LES

AQUEDUCS ANTIQUES

DE LYON

ÉTUDE COMPARÉE D'ARCHÉOLOGIE ROMAINE

THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES LETTRES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

C. GERMAIN DE MONTAUZAN

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES

AGRÉGÉ DES LETTRES

PARIS

ERNEST LEROUX, ÉDITEUR

28, RUE BONAPARTE, 28

1908

LES AQUEDUCS ANTIQUES

DE LYON

SAINT-ÉTIENNE
Société de l'Imprimerie Théolier, J. Thomas & C^e^
12, rue Gérentet, 12

LES

AQUEDUCS ANTIQUES

DE LYON

ÉTUDE COMPARÉE D'ARCHÉOLOGIE ROMAINE

THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES LETTRES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

ACAD.
LUGD BAT.
BIBL.

PAR

C. GERMAIN DE MONTAUZAN

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES
AGRÉGÉ DES LETTRES

PARIS
ERNEST LEROUX, ÉDITEUR
28, RUE BONAPARTE, 28

1908

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554031_0069

LES AQUEDUCS ANTIQUES

DE LYON

INTRODUCTION

Une étude sur les aqueducs antiques de Lyon est loin d'être une entreprise nouvelle. Cela s'explique facilement quand on considère que d'une part ces aqueducs sont de beaucoup les plus importants vestiges qui subsistent de la civilisation romaine dans l'ancienne capitale des Gaules, et que d'autre part ils sont à tous points de vue dignes de captiver aussi bien l'intérêt raisonné de l'historien et de l'archéologue que l'admiration spontanée de l'artiste ou du simple visiteur. L'un d'entre eux surtout, le principal, a déjà été maintes fois décrit. Bien que parmi ces descriptions la plupart soient, à peu de chose près, copiées les unes sur les autres, elles n'ont pas laissé de réveiller chaque fois la curiosité sur des ruines dont les Lyonnais s'enorgueillissent à bon droit. Sans doute, rien dans ces ruines n'équivaut aux majestueuses lignes d'arcades qui se prolongent à l'infini dans la campagne romaine, ou même à la triple rangée d'arceaux superposés du Pont-du-Gard, mais elles s'alignent souvent aussi sur de longs espaces, offrent des aspects variés, tantôt imposants, tantôt gracieux, toujours pittoresques. Surtout, et c'est pour l'archéologue leur premier mérite, elles constituent un témoignage presque unique de la science solide et de l'ingéniosité opiniâtre des constructeurs romains : leur longue étendue, l'aisance avec laquelle on leur a fait franchir les plus difficiles obstacles, prouvent en effet une connaissance très sûre et une pratique étonnamment habile des principes de l'hydraulique. C'est à ce titre, comme exemples de beaux projets techniques savamment conçus et adroitement exécutés, qu'il m'a paru intéressant d'en reprendre et d'en compléter l'étude.

I

Au temps des Antonins, la ville de *Lugudunum*, ou par syncope usuelle *Lugdunum*, était alimentée en eau potable d'excellente qualité par quatre aqueducs : celui du *Mont-d'Or* (25 kilomètres environ de parcours); celui de *La Brévenne* (55 kilomètres environ); celui du *Mont Pilat* ou du *Gier* (75 kilomètres); enfin celui que nous appellerons l'aqueduc de *Craponne*, jusqu'ici assez mal connu; il est formé par la réunion de plusieurs branches, issues du massif montagneux d'Iseron et de Pollionnay, dont la base est à une dizaine de kilomètres de la ville. Quant aux deux aqueducs de *Miribel* et de *Cordieu*, qui d'après une opinion assez répandue alimentaient les quartiers constituant le domaine des Trois-Gaules, leur authenticité, en tant qu'ouvrages romains, est loin d'être certaine, et ils ne figureront ici que pour mémoire.

De tous, le plus connu est celui du Mont Pilat ou du Gier. Le célèbre antiquaire lyonnais du XVII[e] siècle, Spon [1], en fait mention. Le Père Ménestrier [2] dans son *Histoire de Lyon*, le Père de Colonia [3], autre jésuite érudit, donnent aussi sur cet aqueduc quelques indications, mais sans rien de précis ni de certain. C'est seulement dans la seconde moitié du XVIII[e] siècle qu'une étude vraiment sérieuse et détaillée en fut faite par un savant des plus perspicaces et des plus consciencieux, l'architecte Delorme, membre de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Dans un mémoire [4] lu en séances publiques devant cette assemblée les 29 mars et 5 juin 1759, il exposa le résultat de ses recherches. D'un bout à l'autre il avait suivi l'aqueduc, et, sauf quelques erreurs bien excusables, avait relevé exactement le tracé, mesuré les dimensions des ouvrages souterrains ou apparents, et signalé les particularités techniques les plus dignes de provoquer la curiosité et l'admiration. La description de l'aqueduc du Gier était, dans ce mémoire, précédée de quelques renseignements succincts, d'ailleurs en partie erronés, sur les aqueducs du Mont-d'Or et de La Brévenne. Delorme croyait alors que ce dernier amenait à

1. *Antiquités et curiosités de la ville de Lyon.* (1675.)
2. *Histoire civile ou consulaire de la ville de Lyon.* (Lyon, 1696.)
3. *Antiquités de la ville de Lyon, ou explication de ses plus anciens monuments.* (Lyon, chez François Rigollet, *Au Mercure galant*, 1738).
4. *Recherches sur les aqueducs de Lyon construits par les Romains.* (Lyon, chez Aimé Delaroche, 1760. — In-18, 63 pages.)

Lyon les eaux de la Loire, prises aux environs de la ville de Feurs, ce qui est évidemment impossible *a priori*, puisque ce point de départ aurait été plus bas que le point d'arrivée.

Il continua ses recherches après la publication de son mémoire, et en consigna les résultats dans des papiers qui, malheureusement, se sont perdus. Cependant, il y a une quarantaine d'années, M. André Steyert, auteur d'une nouvelle histoire de Lyon fort estimée [1], en faisant des recherches pour composer son ouvrage, découvrit dans un lot de gravures de tout genre un calque sans indication qu'il reconnut pour la copie d'un tracé complet des aqueducs de Lyon, reporté sur la carte de Cassini. Ce tracé original fut lui-même retrouvé dans la suite; il existe à Lyon à la bibliothèque du Palais des Arts, et a été dessiné en 1817 par Artaud, l'archéologue lyonnais bien connu, d'après un manuscrit perdu de Delorme. A l'examen de cette carte [2], on reconnaît que ce dernier, infatigable chercheur, avait, depuis le mémoire précité, poursuivi pendant de longues années ses investigations et réalisé, à très peu près, l'exacte reconnaissance des quatre aqueducs.

Il est probable que le manuscrit perdu contenait une description des trois conduites du Mont-d'Or, de Craponne et de La Brévenne, aussi détaillée que celle de l'aqueduc du Gier dans le mémoire. Ce mémoire est, quoi qu'il en soit, demeuré la base sur laquelle se sont édifiés tous les travaux qui ont suivi, et il faut toujours y avoir recours en premier lieu quand on veut parler des aqueducs lyonnais.

En 1820, un architecte, Rondelet, publia une traduction [3] du traité de Frontin, *De aquis urbis Romae*, et y joignit un supplément qu'il intitula : *Addition au commentaire de Frontin*. Ce supplément, outre un précis d'hydraulique, comportait quelques notices sur un certain nombre d'aqueducs de l'empire romain, et en particulier sur celui de Lyon. Mais Rondelet ne paraît pas en avoir fait une étude personnelle sur le terrain : visiblement, il ne parle que d'après Delorme. Toutefois, sa connaissance approfondie du texte de Frontin et du tracé des aqueducs de Rome lui permit d'ajouter aux observations de son guide

1. *Nouvelle histoire de Lyon et des provinces du Lyonnais, Forez, Beaujolais, Franc-Lyonnais et Dombes*, 3 vol. (Lyon, Bernoux et Cumin, 1895.)

Tome Ier. — Antiquité.
Tome II. — Moyen âge.
Tome III. — Epoque moderne.

2. Reproduite ici, Pl. I, à la fin du volume.

3. Commentaire de S.-J. Frontin sur les aqueducs de Rome, traduit avec le texte en regard; précédé d'une notice sur Frontin, de notions préliminaires sur les poids, les mesures, les monnaies, et la manière de compter des Romains. (Paris, Carilian-Gœury, 1820.)

Cet ouvrage, devenu presque introuvable, figure au catalogue de la Bibliothèque nationale, sous le n° V. 8893.

quelques remarques judicieuses et quelques conjectures vraisemblables. A l'ensemble de l'ouvrage est joint un atlas de trente planches dont trois sont réservées à l'aqueduc du Mont Pilat.

On ne trouve rien de nouveau, à tout prendre, dans les dix lettres sur l'histoire de Lyon, composées sur le mode oratoire par M. de Penhouët [1], colonel de la 29e légion de gendarmerie royale, et adressées à l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Lyon. Cet auteur a vu l'aqueduc et l'a suivi en partie, mais il ne fait guère que citer Delorme, hormis quelques rectifications de détail. Il n'y a rien d'important non plus dans les quelques pages de M. Leymarie, qui datent de 1839.

En 1840 parut un ouvrage beaucoup plus complet, dont l'auteur, Alexandre Flacheron, architecte, avait repris et continué sur le terrain les études de Delorme [2]. Sans apporter grand'chose de neuf sur l'aqueduc du Gier, il est beaucoup plus explicite et plus exact que son devancier sur ceux du Mont-d'Or et de La Brévenne ; mais il ne dit pas un mot de l'aqueduc de Craponne. Quatre planches, comportant plusieurs plans et coupes, accompagnent ce petit volume, qui demeure un excellent travail ; il y sera souvent fait allusion au cours de la présente étude.

Plus que les autres, l'aqueduc du Gier, en raison de son importance, de son degré de conservation et de ses hardis ouvrages d'art, continua d'attirer les recherches. En 1854, M. de Gasparin fils, ancien ingénieur des ponts et chaussées, remit à l'Académie de Lyon un mémoire dont la préparation lui avait coûté plusieurs années de travail, et qui fournissait le tracé complet de l'aqueduc, avec son nivellement exécuté sous la direction de l'auteur par les agents des ponts et chaussées [3]. Ce mémoire fut couronné par l'Académie de Lyon dans sa séance publique du 23 janvier 1855. Il présente une lacune assez grave, en ce qu'il ne fait aucune mention des prises d'eau accessoires et des affluents de l'aqueduc. Mais il a le grand mérite d'être rationnel et méthodique, de faire, pour la première fois, intervenir le calcul dans la détermination de certains éléments, d'appeler l'attention sur le mérite de l'ingénieur romain, et de mettre hardiment en avant des hypothèses qui éveillent et provoquent même la discussion [4].

1. *Lettres sur l'histoire ancienne de Lyon.* (Besançon, 1818.)

2. *Mémoire sur trois anciens aqueducs* qui amenaient autrefois à Lyon les eaux du Mont-d'Or, de La Brévenne et du Gier. (Lyon, imprimerie Boitel, 1840. — In-8°, 72 pages.)

3. *Reconnaissance de l'aqueduc romain qui amenait à Lyon les eaux de la vallée du Giers* (*sic*), par M. Paul de Gasparin, ancien ingénieur des ponts et chaussées. (Petite brochure in-8°, 37 pages.)

4. Une vue d'ensemble résultant de ces diverses études sur l'aqueduc du Gier a été présentée de façon précise et claire, il y a quelques années, par M. S. Mulsant, avocat à Saint-Etienne. (*L'Aqueduc du Gier et le Service des Eaux à Lyon.* — Saint-Etienne, 1894.) L'auteur y a joint quelques considérations intéressantes sur la législation des Eaux chez les Romains.

Ce mémoire de M. de Gasparin aurait été utilement complété par les notes consciencieuses d'un autre architecte lyonnais, M. Bresson, à qui de nombreuses excursions le long de ce même aqueduc avaient permis de relever très exactement les moindres vestiges des ouvrages apparents. Il est mort avant d'avoir pu mettre en ordre ces notes et les publier. Elles ont été, ainsi que les dessins qui y étaient joints, très obligeamment mises à ma disposition par M. Bourbon, gendre et successeur de M. Bresson, autorisation m'étant accordée de reproduire quelques-uns des dessins.

Aux divers problèmes suscités par le mémoire de M. de Gasparin, aucune solution nouvelle n'a d'ailleurs été apportée jusqu'à présent, que je sache, et la question est à reprendre au point où cet ingénieur l'a laissée. Un progrès assez notable a été fait au contraire depuis Flacheron dans la connaissance des trois autres aqueducs, Mont-d'Or, Brévenne et Craponne, grâce aux investigations opérées sur le terrain par un agent du service des Eaux de Lyon, M. Gabut, qui depuis 1889 a publié dans la *Revue du Lyonnais* une série d'articles, intéressants à des degrés divers. M. Gabut a suivi l'aqueduc de La Brévenne depuis sa source jusqu'à Lyon, en notant avec détail tous les points qui pouvaient servir de repères sur son parcours. Il est vrai qu'il n'était pas en mesure de faire le nivellement, et les cotes qu'il indique, d'après une carte, sont assez souvent inexactes ; mais il a eu le mérite de redresser de notables erreurs commises par Flacheron, et de se trouver en concordance à peu près complète avec la carte d'Artaud, avant d'avoir eu connaissance de celle-ci : il ne pouvait y avoir de vérification plus concluante. Il a fait preuve du même zèle et de la même adresse dans ses recherches sur l'aqueduc du Mont-d'Or et sur le système compliqué des branches de l'aqueduc de Craponne, que toutefois il n'a pas entièrement exploré. Son tort a été de s'engager à propos de cet aqueduc et des autres dans des affirmations pour le moins téméraires et d'en tirer hardiment des conclusions absolues, facilement réfutables, que des connaissances techniques et historiques un peu plus étendues lui eussent fait éviter.

II

Le champ restait donc encore suffisamment vaste pour une nouvelle étude de ces divers aqueducs. Il manquait un traité d'ensemble où chacun d'eux fût décrit d'après une méthode unique, à sa place, suivant sa date, et en tenant compte de son importance relative. D'utiles observations pouvaient ressortir de la comparaison de leurs tracés respectifs, de leurs pentes, de leurs débits, de leurs modes de prises

d'eau, de leurs procédés de construction, du nombre et de la grandeur de leurs ouvrages d'art. Pour cela, c'eût été peu de chose que de se contenter de la mise en ordre des résultats acquis. Malgré toute la foi que pouvaient mériter les recherches précédentes, il était bon de les contrôler par soi-même, de suivre l'une après l'autre toutes ces canalisations depuis leurs origines jusqu'à la ville, non pas seulement en promeneur curieux et en archéologue, mais un peu en ingénieur, en constructeur et en terrassier. Puisqu'il s'agissait, en effet, d'arriver à une connaissance rationnelle et solide de la façon dont ces travaux avaient été conçus et mis en œuvre, le plus pratique était de se supposer en quelque sorte à la place de ceux qui les avaient dirigés, d'examiner, comme ils avaient dû le faire, la topographie de la région, le régime de ses eaux, le débit moyen de ses rivières, d'aviser les systèmes de prises d'eau possibles, les tracés naturels, les pentes nécessaires, et d'estimer en conséquence les choix auxquels on s'était jadis arrêté. Dès lors, la reprise des vérifications avec la mire et le niveau n'était plus seulement une opération de contrôle machinal : elle servait à mieux expliquer les ouvrages eux-mêmes, à dire pourquoi ici tel contour, là tel passage en tunnel, plus loin telle brusque différence de cote, à soupçonner l'existence, puis à reconnaître l'authenticité d'un canal affluent, d'une prise d'eau accessoire, d'un bassin collecteur ; enfin à faire surgir, à renverser, ou à étayer des hypothèses. Ces recherches ne devaient pas se borner à l'étude des tracés et des profils, mais s'étendre à la construction, et par cela même au chantier et à sa disposition. La contexture extérieure et intérieure des maçonneries avait bien été indiquée déjà, mais en avait-on spécifié avec assez de précision et de justesse l'établissement et les phases d'élévation ? Quel rapport avaient ces constructions avec les nôtres dans les cas pareils ? Quelle était, soit d'une manière générale dans les constructions romaines, soit spécialement pour cette région et pour ce genre de travaux, la composition des ciments, mortiers et bétons ? N'était-ce pas une occasion de connaître un peu plus à fond l'art de bâtir des Romains, à la grande époque de leur domination florissante dans le pays que nous habitons ?

Fournir quelques notions de plus sur l'art de l'ingénieur romain, telle a donc été, au delà du but immédiat de ce travail, l'ambition qui a guidé sa préparation. A cet égard, les aqueducs de Lyon offrent de prime abord une particularité des plus intéressantes : la traversée de vallées profondes au moyen de conduites forcées ou *siphons* remplaçant des arcades dont l'établissement eût été trop coûteux ou même totalement impraticable. Ce procédé est aujourd'hui entré dans la pratique

commune. Longtemps on a cru que les Romains étaient inexpérimentés en ce genre de travaux, parce que l'on prenait toujours comme exemple les aqueducs de Rome, considérés comme les plus parfaits et les plus complets des aqueducs antiques, et qui ne comportent pas de siphons. Or, à la vérité, l'hydraulique ancienne présente des spécimens de siphons ailleurs qu'aux aqueducs de Lyon. Mais nulle part ils n'ont fonctionné sous d'aussi fortes pressions, comparables aux plus hautes que subissent les conduites modernes ; nulle part ils n'ont été aussi répétés, ni installés avec une pareille maîtrise. L'occasion s'offrait donc d'établir une comparaison intéressante avec les installations modernes du même genre, d'étudier la résistance dont les tuyaux employés, en plomb, étaient capables d'après leurs dimensions ; enfin d'évaluer la quantité de métal nécessaire, ce qui ouvrait un aperçu curieux sur la production minière et l'activité métallurgique de cette époque. La question des siphons et de tout ce qui s'y rattache occupe donc, dans le présent ouvrage, une place importante.

III

Une monographie, si minutieuse et si complète soit-elle, risque de s'égarer en des considérations d'intérêt très secondaire, et d'autre part de laisser en suspens bien des questions, du moment qu'elle se contente des seuls éléments d'information que lui fournit son objet même. C'est précisément l'imperfection à signaler dans les études précédentes sur les aqueducs de Lyon, quelque recommandables qu'elles puissent être d'ailleurs. La plupart des erreurs qui s'y rencontrent proviennent de ce que l'on n'a pas pris la peine d'éclairer les points douteux par la comparaison avec les autres aqueducs antiques, et par l'étude, soit des auteurs anciens qui ont abordé les questions d'hydraulique, soit des écrivains modernes, français ou étrangers, qui, depuis la Renaissance jusqu'à nos jours, se sont occupés des aqueducs romains. J'ai donc pris le parti de me renseigner sur quelques-uns de ces autres aqueducs comme si chacun d'eux devait faire l'objet direct de ce travail, lequel est devenu ainsi non plus une simple description des aqueducs lyonnais, mais, à vrai dire, une étude comparée d'archéologie sur les adductions d'eau.

C'étaient les aqueducs de Rome qu'il importait d'abord de connaître, et pour cela le premier guide à prendre était le commentaire de Frontin (*Sextus Julius Frontinus*), curateur des Eaux sous

Nerva et Trajan. On intitule ce commentaire « *De aquæductibus*, ou *De aquis Urbis Romæ*[1]. C'est un trésor d'informations précises sur le parcours des neuf aqueducs qui, à l'époque des premiers Antonins, alimentaient la capitale, sur leurs dates de construction, leur destination, leur entretien, leur protection, le jaugeage et la distribution de leurs eaux. Certes, Frontin n'a pas eu l'intention de composer un manuel à l'usage des hydrauliciens de son temps. Son livre, très court, est un simple rapport officiel adressé au souverain. Il y envisage le tracé et la construction en administrateur plutôt qu'en ingénieur. Son but est de se montrer au prince comme un haut fonctionnaire que la dignité de son grade n'empêche pas d'être au courant des moindres détails de son service, et résolu à faire respecter, du haut en bas de l'échelle de ses subordonnés, les règlements remis en vigueur. On chercherait en vain chez lui l'exposé d'une théorie générale d'hydraulique, ou quoi que ce soit qui ressemble au rapport d'un directeur de travaux publics sur l'exécution d'une entreprise. Mais il a bien fait ce qu'il voulait faire et ce qu'il annonce ; rien de plus, rien de moins : pas un détail qui ne soit significatif. On voudrait pouvoir en dire autant de Vitruve qui, ayant sans aucun doute exploré les aqueducs de Rome, aurait pu, dans le livre qu'il consacre en entier aux eaux, décrire explicitement leurs particularités techniques, ou, s'il tenait à demeurer dans les généralités, fournir des renseignements à la fois plus précis et plus universels. Or on est, en le lisant, presque à chaque instant forcé d'interpréter ou d'achever sa pensée, d'élargir ou de restreindre la portée des règles qu'il donne, pour qu'elles soient réellement applicables. Quelles que fussent les vastes connaissances de cet architecte-écrivain, il est certain qu'il a plus annoncé qu'il n'a tenu.

Et cependant, pour qui veut juger des moyens que les ingénieurs de ce temps avaient à leur disposition, se passer de lire et de commenter Vitruve serait une pure folie. C'est non seulement pour l'hydraulique mais pour tout ce qui touche à la construction et à la mécanique des chantiers, qu'il faut avoir à la main son traité, si l'on veut bien comprendre sur le terrain les opérations d'une grande entreprise publique telle que l'un de ces longs aqueducs. Aussi souvent que celui de Frontin, le texte de Vitruve interviendra donc dans ces pages. Il éclairera certains faits indécis, et d'autres faits, à leur tour, projetteront quelque lumière sur maints passages de ce texte obscurs ou troubles.

Pline l'Ancien, quoique beaucoup moins digne de confiance, sera

1. V. notre Index bibliographique, à la suite de cette Introduction.

cité quelquefois aussi, de préférence quand son témoignage viendra confirmer un fait constaté par un autre auteur ou suggéré par les monuments eux-mêmes. Les auteurs des traités d'agriculture, Caton l'Ancien, Varron, Columelle, Palladius, ne sont point à négliger non plus et peuvent, à l'occasion, donner la clef de plus d'un problème. Il va sans dire que les inscriptions fourniront la plus sûre de toutes les ressources à cause de leur véracité inattaquable. Nous en rencontrerons de très significatives ; mais celles-là sont, sur la matière qui nous occupe, malheureusement en petit nombre.

Pour en revenir à l'étude spéciale des aqueducs de Rome, ajoutons qu'elle est singulièrement facilitée par le magistral traité de M. Lanciani [1], l'éminent archéologue italien. Aussi trouvera-t-on ce livre mentionné ici toutes les fois qu'il s'agira d'un fait important et caractéristique intéressant l'ensemble des aqueducs romains : c'est dire qu'il sera très fréquemment cité. Il faut faire grand cas aussi de l'introduction que l'ingénieur Belgrand a mise en tête de son grand ouvrage sur les travaux souterrains de Paris [2] : cette introduction forme à elle seule un assez volumineux fascicule qui contient, après quelques généralités sur les aqueducs antiques, une étude spéciale sur ceux de Rome et quelques pages sur celui de Sens. Cet ouvrage a précédé de quelques années le livre de M. Lanciani. L'un et l'autre renvoient fréquemment aux écrivains ou graveurs des derniers siècles qui se sont occupés des antiquités de Rome, les Fabretti, les Piranesi, les Canina, les Nibby, les Cassio, les Rossi, auxquels j'ai eu recours aussi quelquefois directement.

Sur les autres aqueducs de l'empire romain existent çà et là un certain nombre de monographies plus ou moins étendues, plus ou moins complètes, par exemple sur ceux de Metz, de Fréjus, de Nîmes. Les descriptions de Texier, Trémeaux, Dureau de la Malle, sur l'Asie Mineure et l'Afrique du nord m'ont apporté aussi quelques renseignements utiles. Plus substantiels sont les documents contenus dans l'ouvrage de M. Gsell [3] sur les monuments antiques de l'Algérie, et dans les publications périodiques du Service des Antiquités et des Arts de Tunisie [4] ; je n'oublie pas une excellente brochure de M. le

1. *Topografia di Roma antica. Le acque e gli acquedotti* (Rome, 1880.)

2. *Les travaux souterrains de Paris ;* première partie : les eaux ; Introduction : *Les aqueducs romains*, par M. Belgrand. (Paris, Dunod, 1875.)

3. *Monuments antiques de l'Algérie*, ch, x, liv. II (Paris, Fontemoing, 1901, 2 vol.)

4. *Enquête sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie, sous la direction de Paul Gauckler* (1897 à 1904), 8 fascicules.

docteur Carton sur les travaux hydrauliques des Romains dans la province d'Afrique [1].

Monsieur le Ministre de l'Instruction Publique a bien voulu me confier, à la fin de l'année 1906, une mission à l'effet d'étudier, en Italie et en Tunisie, les aqueducs antiques, particulièrement dans leurs analogies et leurs différences avec ceux qui font l'objet de cette étude [2]. J'ai donc eu l'avantage d'examiner, à Rome et aux environs, puis à Carthage, Zaghouan, Dougga, Oudna, Tebourba, Bulla Regia, une abondante variété d'ouvrages hydrauliques anciens, prises d'eau par dérivations ou par captages de sources, conduites souterraines ou hors de terre, réservoirs, systèmes de distribution, etc. A la bibliothèque de l'Ecole française de Rome, la lecture des savantes revues italiennes, *Notizie degli scavi*, *Bulletino municipale*, a complété enfin la série des notions nécessaires à l'intelligence du sujet abordé.

Que dis-je ? Il fallait quelque chose de plus : des vues générales sur la conduite des travaux publics, sur l'industrie, sur l'art de bâtir chez les anciens. C'est en cela que le remarquable ouvrage universellement connu, de M. Choisy [3] m'a été précieux. Si les explications fournies dans l'étude qui suit sur les maçonneries des aqueducs de Lyon ont un degré d'exactitude de plus que les traités précédents, c'est aux exposés aussi clairs que savants de M. Choisy qu'elles le devront. Le difficile n'est pas de vérifier, mais de découvrir; et je n'ai fait que vérifier où il le fallait ses observations d'une rigoureuse justesse.

Vient ensuite le traité non moins connu de Blümner [4], où sont décrits les principaux procédés industriels des anciens. Cet ouvrage, riche d'une documentation directement puisée aux sources, ne saurait être négligé de quiconque s'attaque à un sujet où est mis en cause l'art de l'ingénieur dans l'antiquité. Beaucoup moins précis en fait de références est le volume sur la technique de l'ingénieur dans l'antiquité, de M. Curt Merkel [5] : mais il contient de nombreux détails et de riches gravures. L'ouvrage volumineux de M. A. Léger, publié il y a une vingtaine d'années, sur les travaux publics romains [6], est,

1. *Etude sur les travaux hydrauliques des Romains en Tunisie.* (Tunis, 1897.)

2. Les résultats de cette mission ont été consignés dans un rapport publié dans les *Nouvelles archives des missions scientifiques*, t. XV, fasc. 2. (1907.)

3. *L'art de bâtir chez les Romains*, par Auguste Choisy. (Paris, Ducher, 1873.)

4. *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Romern.* (Leipzig, Teubner, 1874-1887.) Ce remarquable ouvrage m'ayant servi plutôt de contrôle efficace à de nombreuses assertions venues d'autre part que de source immédiate de documents, on ne s'étonnera pas de ce que, malgré le profit que j'en ai retiré, il ne s'en trouve pas de citation directe au cours de ce volume.

5. *Die Ingenieurtechnik im Alterthum.* (Berlin, 1899.)

6. *Les Travaux publics, les Mines et la Métallurgie aux temps des Romains; la tradition romaine jusqu'à nos jours*, par Alfred Léger, ingénieur. (Paris, Baudry, 1875.)

lui, totalement dénué de références, ce qui lui enlève beaucoup de valeur. Il ne faut le consulter qu'avec circonspection, car les erreurs et les assertions sans fondement y abondent; mais il s'y rencontre aussi des renseignements précieux que l'on devine puisés à de bonnes sources, et qu'on ne trouve que là.

Enfin, je n'aurais garde d'oublier la thèse récente de M. Ardaillon sur les mines du Laurion dans l'antiquité[1]. On y prend une idée très vivante de ce qu'était une grande exploitation et la conduite d'un immense personnel ouvrier chez les peuples anciens.

Cette question du personnel, aussi bien dirigeant qu'exécutant, ne pouvait être ici négligée. Analyser les éléments d'un projet d'aqueduc, décrire les recherches de l'ingénieur, la répartition du travail sur les chantiers, sans chercher à définir quelle était la personnalité de cet ingénieur, de ses aides, de l'entrepreneur dont il dépendait, ou qu'il dirigeait, ou qui se confondait avec lui-même, sans rien se demander sur le recrutement des ouvriers, hommes libres, esclaves ou soldats, serait une négligence presque aussi grave, semble-t-il, que de dépeindre une bataille sans rien dire de la composition des armées. Dans une étude complémentaire de celle-ci[2] j'ai essayé de définir ce qu'étaient, aux premiers siècles de l'empire romain, la science accessible à l'ingénieur destiné à diriger les travaux publics, et la formation technique qui l'en rendait pratiquement capable. Nous avons ici à considérer ce technicien à l'œuvre, depuis les opérations préliminaires de reconnaissance et de nivellement jusqu'à la mise en service des ouvrages construits. Nous chercherons à distinguer les catégories et les grades; et pour ce qui concerne les simples ouvriers, à estimer, pour une ville de l'importance de Lyon à cette époque, la part prise à ces œuvres d'utilité publique par l'armée, puis par les corps de métiers et les esclaves.

De tels problèmes ne sauraient être — je ne dis pas résolus, car la certitude complète en ces matières est pour ainsi dire impossible à obtenir — mais proposés seulement et discutés, si l'on ne s'est demandé tout d'abord à quels moments les besoins nouveaux de la ville ont déterminé des constructions successives aussi considérables, quelles ressources, quelle organisation administrative, industrielle et commerciale, ont permis de mener à bien chacune d'elles, et comment. Il a donc paru indispensable de placer en tête de ce travail un aperçu historique rappelant les origines de Lyon, faisant ressortir les conditions

1. *Les Mines du Laurion dans l'antiquité.* (Paris, 1897.)
2. *Essai sur la science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'empire romain.*

de son développement, et fixant les périodes probables où des élans d'activité ont enfanté de grands travaux : cela dans l'espace d'un siècle et demi environ, c'est-à-dire de la fondation au règne d'Hadrien, époque extrême où le dernier des quatre aqueducs ait pu être construit.

Pour cet exposé, indépendamment des auteurs anciens (Strabon, Appien, Dion Cassius, César, Velleius Paterculus, Tacite, Suétone), j'ai eu recours à la très complète bibliographie lyonnaise de M. Charléty, et j'ai consulté surtout la notice de M. Hirschfeld sur l'histoire de Lugdunum, au XIII[e] volume du *Corpus inscriptionum latinarum*, les remarquables ouvrages de MM. A. de Boissieu [1], Allmer et Dissard [2], Emile Jullien [3], l'*Histoire de Lyon*, déjà citée, d'André Steyert, et plusieurs articles des mieux documentés, publiés par M. P. Fabia dans la savante *Revue d'histoire de Lyon* qui paraît depuis quelques années.

Voici donc, en quelques mots, le plan général de ce travail. Après le chapitre historique préliminaire, viendra l'exposé des conditions topographiques et hydrographiques de la région lyonnaise, un peu différentes, il y a dix-neuf siècles, de ce qu'elles sont à notre époque ; puis nous suivrons en détail le tracé des quatre aqueducs. Alors commencera l'étude des divers éléments de ces ouvrages, comparés avec les éléments correspondants des autres aqueducs de l'empire romain, surtout de ceux de Rome, d'après Frontin et Vitruve. Les aperçus particuliers s'éclaireront par les vues d'ensemble, et réciproquement. Successivement seront étudiées les prises d'eau, les pentes, les traversées par siphons ; puis les méthodes de construction des ouvrages souterrains et apparents ; le débit et la distribution ; le personnel administratif, technique, ouvrier ; enfin, tout ce qui a rapport au coût, à l'entretien et à la surveillance des aqueducs.

Ce livre relève, comme on voit, du genre plus que sévère, et la lecture en exigera quelque effort de résignation. On se heurtera souvent à des calculs, à des nomenclatures arides, à des discussions techniques dénuées de tout agrément. Mais est-ce bien à l'agrément qu'il convenait ici de sacrifier ? J'ai visé avant tout à l'utile et au vrai. Que ce soit là du moins mon excuse.

---

1. *Inscriptions antiques de Lyon*, reproduites d'après les monuments ou recueillies dans les auteurs, par Alph. de Boissieu. (Lyon, 1846 à 1854.)

2. *Inscriptions antiques du musée de Lyon*, par A. Allmer et P. Dissard (Lyon, 1888 à 1893), 5 vol. ; *Trion*, par les mêmes. (Lyon, 1888.)

3. *La fondation de Lyon, histoire de Munatius Plancus.* (Paris, Masson, 1892.)

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Allmer (A.) et Dissard (P.). — *Inscriptions antiques du Musée de Lyon*, 5 vol., Lyon, 1888 à 1893.

Trion, Lyon, 1888.

Ardaillon. — *Les Mines du Laurion dans l'antiquité*, Paris, 1897.

Artaud. — *Lyon souterrain, ou observations archéologiques faites dans cette ville depuis 1794 jusqu'en 1836*, Lyon, Nigon, Collection des bibliophiles lyonnais, 1846, in-12.

Artaud et Chenavard. — *Lyon antique restauré*, Lyon, 1850.

Audollent. — *Carthage romaine*, Paris, 1904, in-8°.

Bazin (H.). — *Vienne et Lyon gallo-romains*, Paris, 1891.

Belgrand (M.). — *Les travaux souterrains de Paris. Première partie. Les eaux ; les aqueducs romains*, Paris, Dunod, 1875.

Bernard (Aug.). — *Description du pays des Ségusiaves*, Paris, 1858.

Bloch (G.). — *La Gaule indépendante et la Gaule romaine*. Hist. de France, E. Lavisse, t. premier. II.

Blümmer (H.). — *Technologie und Terminologie der Gewerbe bei Griechen und Römern*, 4 vol., Leipzig, 1874-1887.

Boissieu (A. de). — *Inscriptions antiques de Lyon, reproduites d'après les monuments ou recueillies dans les auteurs*, Lyon, in-4°, 1846-54.

Bouché-Leclercq. — *Manuel des institutions romaines*, Paris, 1886.

Bullettino della Commissione archeologica comunale di Roma, 1881-1906.

Cagnat (R.). — *L'armée romaine d'Afrique et l'occupation militaire de l'Afrique sous les empereurs*, Paris, Leroux, 1892.

Canina. — *L'architettura antica, descritta e dimostrata coi monumenti*, 9 vol., *Roma*, 1837-46.

Carton (Dr). — *Etude sur les travaux hydrauliques des Romains en Tunisie*, Tunis, 1897.

Charléty (S.). — *Bibliographie critique de l'Histoire de Lyon*, Paris, Picard, 1902.

Choisy (Aug.). — *L'art de bâtir chez les Romains*, Paris, Ducher, 1873. — *Histoire de l'architecture*, Paris, 1906.

Colonia (Le P. de). — *Antiquités de la ville de Lyon avec explication de ses plus anciens monuments*, Lyon, chez François Rigollet, Au Mercure Galant, 1738.

Corpus Inscriptionum Latinarum (C.I.L.), spécialement t. VI, VIII et XIII.

Curt Merkel. — *Die Ingenieurtechnik im Alterthum*, Berlin, 1899.

Daremberg et Saglio. — *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines* (en cours de publication), Paris.

Daubrée. — *Les mines métalliques dans la Gaule romaine*, Revue archéologique, 1881.

Delorme. — *Recherches sur les aqueducs de Lyon construits par les Romains*, Lyon, chez Aimé Delaroche, 1760, in-18.

Dissard (P.). — V. Allmer.

Dombres (Ch.). — *Rapport sur le projet d'utilisation de l'aqueduc romain de Nîmes*, Nîmes, 1845.

Dürr. — *Die Reisen des Kaïsers Hadrian*, Vienne, 1889.

Eckhel. — *Doctrina nummorum veterum*, Vindobonae, Degen, 1782-1828.

Fabia (P.). — Série d'articles dans la *Revue d'histoire de Lyon* : *La querelle des Lyonnais et des Viennois*, 1902, fasc. II. — *Vitellius à Lyon*, 1903, fasc. II. — *L'incendie de Lyon sous Néron*, 1904, fasc. I. — *Domitien à Lyon*, 1905, fasc. I. — *Caïus à Lyon*, 1905, fasc. IV. — *Lyon sous Tibère*, 1906, fasc. II. — *Claude et Lyon*, 1908, fasc. I.

Fabretti. — *De aquis et aquaeductibus Romae dissertationes tres*, Roma, 1680.

Falsan et Locard. — *Monographie géologique du Mont-d'Or lyonnais et de ses dépendances*, Lyon, 1866.

Flacheron (A.). — *Mémoire sur trois anciens aqueducs qui amenaient autrefois à Lyon les eaux du Mont-d'Or, de La Brévenne et du Gier*, Lyon, 1840.

Frontin[1] (Sextus-Julius-Frontinus). — *De Aquaeductibus* ou *de Aquis Urbis Romæ*. — Editions consultées : Poleni, Padoue, 1722. — A. Dederich, Wesel, 1841. — Fr. Buecheler, Leipzig, 1858. — V. Rondelet.

Fustel de Coulanges. — *La cité antique*, Paris, 1re édition, 1864; 13e édition, 1898.

1. Il n'est fait mention dans cet Index, en fait d'auteurs anciens, que de Frontin et de Vitruve, en raison de l'usage constant qui en a été fait. La liste aurait été démesurément longue s'il avait fallu citer tous les autres qui ont été consultés.

GABUT (C.). — Série d'articles dans la *Revue du Lyonnais :* Septembre-octobre 1889 ; Janvier à avril 1890 ; Mai 1892. — *Les eaux de Lyon sous les Romains ; Les aqueducs de Lyon ; La question des aqueducs ;* etc.

GASPARIN (P. DE), ancien ingénieur des ponts et chaussées. — *Reconnaissance de l'aqueduc romain qui amenait à Lyon les eaux de la vallée du Gier*, Lyon, 1855.

GAUCKLER (P.). — *Enquête sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie*, publiée sous la direction de P. Gauckler, 8 fascicules. Tunis, 1897 à 1904, et Paris, Leroux.

GAUTIER-DESCOTTES. — *Les aqueducs antiques d'Arles*, Tours, 1876.

GERMAIN DE MONTAUZAN (C.). — *Rapport sur une mission scientifique en Italie et en Tunisie*. Nouvelles archives des missions scientifiques, t. XV, fasc. II, 1907.

Essai sur la science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'empire romain, Paris, Leroux, 1908.

GOYAU (G.). — *Chronologie de l'empire romain*, Paris, Klincksieck, 1891.

GSELL (S.). — *Essai sur le règne de l'empereur Domitien*, Paris, 1893.

Recherches archéologiques en Algérie, Paris, Leroux, 1893.

Monuments antiques de l'Algérie, 2 vol., Paris, Fontemoing, 1901.

Enquête administrative sur les travaux hydrauliques anciens en Algérie, Paris, Leroux, 1902.

GUIGUE (M.-C.). — *Les voies antiques du Lyonnais, déterminées par les hôpitaux du moyen âge*, Lyon, 1877.

HIRSCHFELD. — Tome XIII du *Corpus Inscriptionum latinarum*, Notice historique sur la colonie de Lugudunum.

Lyon à l'époque romaine, notice insérée dans la *Revue épigraphique*, I, p. 81 ssq.

Untersuchungen auf dem Gebiete der römischen Verwaltungs geschichte, Berlin, 1877.

HOMO (L.). — *Lexique de topographie romaine*, Paris, Klincksieck, 1900.

JULLIAN (C.). — *Gallia, tableau sommaire de la Gaule sous la domination romaine*, Paris, Hachette, 1892.

JULLIEN (Emile). — *La fondation de Lyon ; Histoire de Munatius Plancus*, Paris, Masson, 1892.

LANCIANI (R.). — *Topografia di Roma antica ; le acque e gli acquedotti*, Roma, 1880.

LÉGER (A.). — *Les travaux publics, les mines et la métallurgie au temps des Romains*, 1 vol. avec atlas, Paris, Baudry, 1875.

LENAIN DE TILLEMONT. — *Histoire des empereurs*, 1690.

LEYMARIE. — *Aqueducs de Lyon*, dans *Lyon ancien et moderne*, I. 135.

MARCHETTI. — *Sulle acque di Roma antiche e moderne*, Roma, 1886.

MARQUARDT, MOMMSEN et KRUEGER. — *Manuel des antiquités romaines*, spécialement t. XIV et XV, *Vie privée des Romains*, par Marquardt, trad. Henry, Paris 1892-93.

MARTHA (J.). — *Manuel d'archéologie étrusque et romaine*, Paris, 1890.

MARTIN-DAUSSIGNY. — *Notice sur l'amphithéâtre des Trois-Gaules*, Lyon, 1863.

MÉNESTRIER (Le P.). — *Histoire civile ou consulaire de la ville de Lyon*, Lyon, 1696.

MOMMSEN. — *Römisches Staatsrecht*, Leipzig, nouvelle édition, 1888.

Histoire romaine, traduction Cagnat et Toutain, Paris, 1887-1889. V. Marquardt.

MONFALCON. — *Histoire de la ville de Lyon*, 6 vol. in-8° avec atlas, Lyon, 1851.

MONTGOLFIER (A. DE). — *Le barrage du Gouffre-d'Enfer et l'aqueduc du Furens*, Annales des ponts et chaussées, 1875.

MULSANT (S.). — *L'aqueduc du Gier et le service des Eaux à Lyon*, Saint-Etienne, 1894.

NIBBY. — *Traité des antiquités romaines*, in-8°, 1830.

Viaggio antiquario ne'contorni di Roma, Roma, 1819.

Notizie degli Scavi di Antichità communicate alla R. Academia dei Lincei.

PAULY-WISSOWA. — *Real Encyclopädie* (en cours de publication), Stuttgard.

PENHOUET (colonel de). — *Lettres sur l'histoire ancienne de Lyon*, Besançon, 1816.

PIRANESI. — *Le antichità romane*, 4 vol., Roma, 1756.

Le rovine del castello dell' acqua Giulia, Roma, 1765.

RAVERAT. — *Le nouveau pont d'Alaï, et le tourillon de Craponne*, Lyon, 1887.

RONDELET (J.). — *Commentaire de S.-J. Frontin sur les aqueducs de Rome*, traduit avec le texte en regard, précédé d'une notice sur Frontin, etc., accompagné d'un supplément, *Addition au commentaire de S.-J. Frontin*, contenant la description des principaux monuments de ce genre, construits par les anciens et les modernes, Paris, Carilian-Gœury, 1820-1821.

RONNA (A.). — *Les eaux de Rome*, Paris, 1898.

RUGGIERO. — *Dizionario epigrafico romano* (en cours de publication).

Saglio (V. Daremberg).

Seeligmann. — *Essai chimique sur les eaux potables approprié aux eaux de la ville de Lyon.* Annales des sciences physiques et naturelles d'agriculture et d'industrie de Lyon, 1859.

Spon. — *Antiquités et curiosités de la ville de Lyon*, Lyon, 1675.

Steyert (A). — *Nouvelle histoire de Lyon et des provinces du Lyonnais, Forez, Beaujolais, Franc-Lyonnais et Dombes*, 3 vol., Lyon, Bernoux et Cumin, 1895.

Texier. — *Description de l'Asie Mineure*, Paris, Firmin Didot, 1849.

Thiollier (F.). — *Le Forez pittoresque et monumental*, Lyon, 1889.

Vachez (A.). — *Chagnon, son inscription antique et ses anciens seigneurs*, Lyon 1900.

Vernaz. — *Notes sur des fouilles à Carthage*, Revue archéologique, 1887.

Vicat. — *Etude sur les pouzzolanes artificielles comparées aux pouzzolanes d'Italie*, Paris, Dunod, 1886.

Nouvelle étude sur les pouzzolanes, Annales des ponts et chaussées, 1849.

Vitruve. — *Vitruvii de Architectura libri decem edidit Valentinus Rose*, Leipzig, 1898.

Wallon. — *Histoire de l'esclavage*, 3 vol, in-8°, 2e éd., Paris, 1879.

Wesel (Dr Ernst). — *De opificio opificibusque apud veteres Romanos*, Berlin, 1881.

CHAPITRE PREMIER

APERÇU HISTORIQUE

§ 1. — Fondation et premiers progrès de Lyon avant la construction des aqueducs.

Munatius Plancus et Lugudunum. — C'est en l'an 711 de Rome (43 ans avant J.-C.) que la ville de Lyon fut fondée, sur l'ordre du Sénat romain, par Lucius Munatius Plancus, ancien lieutenant de César. Il suffira, au sujet de cette fondation, de rappeler brièvement des faits et des dates que l'histoire considère à présent comme hors de doute. Plancus, qui commandait les armées dans la Gaule chevelue, c'est-à-dire dans toute l'étendue du pays nouvellement conquis, et Lépide, gouverneur de la Narbonnaise, reçurent du Sénat[1], vers la fin du printemps ou le début de l'été de l'année 711, le mandat d'inaugurer ensemble une colonie au confluent du Rhône et de la Saône, à l'extrémité est du territoire des Ségusiaves. Dans ce lieu, sur la colline qui, bordant la rive droite de la Saône, dominait la jonction des deux fleuves, existait déjà une petite bourgade gauloise nommée *Lugudunum*[2], où venaient de trouver asile un certain nombre de citoyens romains chassés de Vienne par un soulèvement de la

1. Dion Cassius, XLVI, 50.

2. Deux étymologies ont été proposées pour ce nom gaulois, à désinence latine, de Lugudunum (*Lugdunum* par syncope usuelle) : mont des corbeaux, et mont du dieu Lug (Mercure). Je les signale sans essayer de les discuter.

population allobroge de cette ville ; et c'était sans doute pour ces colons bannis que le Sénat avait décidé de constituer un établissement stable et assuré[1]. Plancus fut seul à exécuter l'ordre, Lépide s'étant sur ces entrefaites rallié à Antoine, et venant d'être mis hors la loi. La fondation eut lieu entre les mois de juillet et de novembre de l'an 711/43.

César désigne les Ségusiaves comme le premier peuple que l'on rencontre après avoir traversé le Rhône au nord de la province romaine[2]. Vassale des Eduens, cette tribu avait, pendant la durée des campagnes du conquérant, presque toujours gardé une attitude favorable ou neutre à l'égard des Romains. Son territoire avait pour centre la plaine du Forez, et constituait un rectangle limité approximativement, au nord par une ligne partant de Roanne et perpendiculaire à la Saône, à l'est par la Saône et le Rhône jusqu'à la hauteur de Vienne, à l'ouest par les monts du Forez (confins des départements actuels de la Loire et du Puy-de-Dôme), au sud par une perpendiculaire commune menée de Vienne au Rhône et à la Loire[3].

Le surnom de *Copia* fut donné à la nouvelle colonie : appellation d'heureux augure, signifiant la richesse et la prospérité qu'on lui promettait pour l'avenir, et que sa situation exceptionnelle faisait justement espérer. C'était le point de rencontre des voies naturelles unissant les trois mers, la Méditerranée, la mer du Nord et l'Océan, par le Rhône d'une part, de l'autre par la Saône et le Doubs, les dépressions de la Côte-d'Or et la trouée des Vosges ; enfin par la Loire, vers laquelle les quatre vallées du Gier, de la Brévenne, de la Turdine et de l'Azergue ouvraient des passages commodes. Au pied des deux collines qui dominaient ce carrefour comme deux bastions avancés, s'étendait une vaste plaine, dont on pouvait, de cette place, surveiller les portes ouvertes sur les défilés des Alpes : et l'on commandait ainsi l'entrée de l'Italie.

Munatius Plancus, après avoir accompli les cérémonies d'usage et présidé aux premières mesures d'organisation matérielle et administrative de la cité, la quitta promptement pour s'occuper

1. L'existence préalable d'habitations, à l'endroit où l'on fondait une colonie, eussent-elles formé déjà un bourg ou une ville, n'empêchait nullement les formalités de partage et de délimitations géométriques entre les nouveaux colons (V. Fustel de Coulanges, *La cité antique*, liv. III, ch. IV, p. 160).

2. *De Bello gallico*, VII. 90.

3. V. Auguste Bernard, *Description du pays des Ségusiaves* (Paris, 1858), p. 38-39.

de sa propre fortune. A la fin de l'année 711, il était rentré en Italie, se déclarait ouvertement pour le triumvirat qui venait de se constituer, et bientôt devenait collègue de Lépide au consulat. Il ne retourna pas en Gaule, passa de longues années en Orient, et n'eut plus à s'occuper de la ville qu'il avait fondée.

Débuts modestes de la colonie. — Les débuts de celle-ci durent être fort modestes. On est en général trop disposé à croire que, parce que Lyon dans les vingt dernières années avant notre ère était déjà une grande ville, une vraie capitale, elle avait pris aussitôt et de son propre élan cette importance. Volontiers on assimilerait ce développement à celui de certaines cités américaines de nos jours, que l'énergie, l'esprit d'initiative d'un peuple jeune et qui pullule, font en un clin d'œil naître, grandir, s'emplir de mouvement et d'opulence. Il n'en a pas été tout à fait ainsi de Lugudunum. Les indigènes, les Gaulois, pour le moins inquiets et passifs pendant toute la période où la domination des vainqueurs n'était pas encore absolument consacrée, n'ont pu avoir aucun rôle dans l'accroissement de cette ville romaine qui venait s'implanter sur leur territoire ; et quant à l'élément romain, il n'a pu y devenir important et puissant que lorsque de la métropole une population supplémentaire, fournie par l'intervention directe du pouvoir central, eut apporté le nombre et la force. Les établissements romains en pays nouveau ou ruiné n'ont jamais prospéré qu'à cette condition[1]. Le principe des Gracques, repris par César, puis définitivement adopté par Auguste et ses successeurs, fut celui-ci : peupler les provinces par des colonies de vétérans, revivifier la race, qui s'abâtardissait dans l'oisiveté des carrefours de Rome, en la transplantant, en la greffant sur des sols riches de jeune sève, et répandre ainsi par le monde entier la nation romaine, l'esprit romain, la vie romaine.

Les nouveaux triumvirs s'étaient réservé chacun deux provinces autour de l'Italie, et Marc-Antoine avait eu pour sa part les deux

1. C'est ainsi que la colonie romaine de Carthage, fondée par Caïus Gracchus en 632 (122 av. J.-C.), commença à dépérir dès que celui-ci ne put plus la soutenir, c'est-à-dire peu après son origine, et demeura « *aliquantisper humilis et languido statu* » (Solin XXVI, 9. Cf. Audollent, *Carthage romaine*, Paris 1904), jusqu'au moment où Auguste entreprit de la faire revivre en la repeuplant (725/29) et en y faisant exécuter de grands travaux.

Gaules. Est-ce donc à lui qu'il faudrait attribuer l'envoi de ce contingent supplémentaire de citoyens, et avec eux de tout le personnel nécessaire à la construction des grands édifices et des travaux d'art, tels que voies de communication, aqueducs, ponts, bassins et digues ? Mais comment cette mesure si importante aurait-elle pu être prise et surveillée par un homme d'abord uniquement occupé de proscriptions ou plongé à Rome dans la débauche[1], bientôt obligé de partir pour la Grèce, et chargé après Philippes d'une campagne en Asie et en Egypte, d'où il ne revint qu'au bout de deux ans, après avoir mené la *vie inimitable* que l'on sait, et pour échanger presque aussitôt, par le traité de Brindes, son domaine nominal des Gaules contre l'empire en Orient ?

On a retrouvé cependant de petites pièces de monnaie, des quinaires d'argent, qu'Antoine fit frapper pour la Gaule[2]. Les sujets de la face et du revers sont les mêmes dans toutes : sur la face figure le buste de la Victoire ailée, et sur le revers un lion, emblème adopté par le triumvir. Mais les légendes et les exergues offrent deux variétés différentes. Sur l'un des exemplaires, on lit en exergue IIIVIR. R. P. C.[3] ; au revers ANTONI. IMP.[4] A.XLI. Sur l'autre, il n'y a pas d'exergue à la face, et le revers porte la légende LVGVDVNI. A. XL. Les sigles A.XL et A.XLI signifieraient, d'après Eckhel[5], l'âge d'Antoine aux deux années consécutives 711 et 712 (43 et 42 av. J.-C.). Ces monnaies, dont les indications se complètent mutuellement, ont donc été frappées à Lyon à cette époque. Mais cela n'atteste pas autre chose que le droit accordé aux généraux de faire frapper monnaie à leur nom dans les provinces où ils étaient pourvus du commandement en chef *(imperium)*. D'autre part, Lugudunum étant la seule colonie romaine de la Gaule chevelue[6], son nom figurait naturellement

1. Plutarque nous le représente, aussitôt après avoir assouvi ses principales vengeances, installé dans la maison du grand Pompée, et y menant la vie la plus dissolue, en compagnie de mimes et de bouffons (*Vie de Marc-Antoine*, XXI).

2. On trouve la reproduction de deux types de ces médailles dans l'ouvrage cité de A. de Boissieu, p. 126.

3. *Triumvir reipublicae constituendae.*

4. *Antonius imperator.*

5. *Doctrina nummorum veterum*, t. VI, 40.

6. Vienne, sa voisine, avait cessé d'être colonie romaine, du jour où elle avait expulsé les habitants qui trouvèrent asile à Lugudunum, et jusqu'au règne de Caligula, elle resta classée parmi les colonies latines (V. Ernest Lavisse, *Hist. de France*, t. premier, II, *La Gaule indépendante et la Gaule romaine*, par G. Bloch, p. 340).

sur cette monnaie provinciale. On sait d'ailleurs que les armées pouvaient transporter un appareil fort simple, pour la frappe des monnaies. Ces quinaires ne prouvent donc ni la présence d'Antoine à Lyon, ni l'existence, qui eût été vraiment prématurée, d'un grand atelier monétaire dans la cité nouvelle.

C'est pourtant à cause de ces médailles, et d'après d'autres considérations encore bien moins fondées[1], d'après des étymologies fantaisistes, qu'on a voulu représenter le triumvir comme le grand constructeur de la ville de Lyon. On a prétendu tout au moins, et c'est même une opinion jusqu'ici communément admise, qu'il faudrait dater du gouvernement de Marc-Antoine le premier travail d'adduction d'eau, l'aqueduc du Mont-d'Or.

Cela n'est guère admissible. Un gouverneur absent, certainement très détaché des intérêts de sa province, une armée qui, dans ces conditions, devait avoir souci plutôt de se tenir en garde contre des surprises en pays nouvellement conquis que de se consacrer aux embellissements d'une cité ; dans celle-ci une population encore clairsemée, aux besoins minimes, aux ambitions modestes, aux ressources réduites : telle était la situation pour Lugdunum, entre les années 43 et 40, c'est-à-dire sous le gouvernement nominal d'Antoine. Elle s'accorde mal avec l'idée d'une grande entreprise publique.

Premiers voyages en Gaule d'Octave[2] et d'Agrippa. Lyon capitale des Gaules. — Cet état se prolongea sans doute pendant les quelques années qui suivirent. La Gaule n'était pas encore l'apanage d'Octave quand il y fit un premier voyage[3] pour lever des troupes en vue de la guerre qui allait se terminer à Pérouse,

1. Telle est cette prétendue dénomination de *Marci municipem* appliquée à Claude par Sénèque. Le manuscrit de l'*Apocolokyntose* porte *M. municipem* et l'on peut et doit lire *Munatii municipem*. Tels sont aussi les deux vers de Sidoine Apollinaire (Carmen XIII, *Ad Ommatium*) :

Pocula non hic sunt illustria nomine pagi
Quod posuit nostris ipse triumvir agris.

Il s'agirait du bourg de Trion, aux portes de Lyon. Un certain village d'Anton devrait aussi son nom à Antoine. (V. De Colonia, *ouv. cité.*) Je ne rappellerais pas ces puérilités, si elles n'étaient encore citées gravement par quelques archéologues lyonnais.

2. Plus exactement Octavien (*Caïus Julius Caesar Octavianus*), depuis son adoption par Jules César. Nous lui conservons néanmoins le nom d'Octave, que l'usage a consacré.

3. Appien, guerres civiles, v, 51. — Dion Cassius XLVIII, 20.

et il ne dut pas pousser jusqu'à Lyon. Mais aussitôt après le traité de Brindes, qui l'a rendu maître des provinces d'Occident, on le voit s'occuper de la Gaule avec sollicitude. Il y délègue son lieutenant Vipsanius Agrippa. Celui-ci, après avoir réprimé [1] un mouvement d'insurrection aux frontières d'Aquitaine, se transporte des bords de la Garonne aux rives du Rhin, qu'il franchit. L'itinéraire, en quelque sorte obligé, passait par Lyon : Agrippa a pu saisir d'un premier coup d'œil toute l'importance de cette place, et peut-être ébaucher déjà le projet du vaste réseau de grandes routes qui reliera toutes les régions de la Gaule à ce point central.

Octave se rendit en Gaule pendant l'hiver de l'année 720/34, méditant de passer en Bretagne [2]. Il ne put réaliser ce plan, ayant dû se rendre en Dalmatie pour soutenir Agrippa. Ce n'est donc pas encore de cette époque qu'il faut faire dater les premiers grands travaux de Lyon. Les années suivantes sont absorbées par la lutte contre Antoine. Cette lutte se termine à la bataille d'Actium (723/31), et le grand calme qui s'étend désormais sur l'univers permet alors au nouvel empereur de songer aux embellissements de la capitale, ainsi qu'aux entreprises grandioses et pacifiques qui implanteront dans les provinces, et tout particulièrement dans les Gaules, la civilisation romaine et le respect du nom romain.

En l'an de Rome 727 (27 av. J.-C.), c'est-à-dire aussitôt après avoir été déclaré *princeps* et proclamé *Auguste*, Octave organisa le partage des provinces entre lui et le Sénat. Toute la Gaule depuis les Alpes devint province impériale [3] en tant que pays de frontière, où il était nécessaire d'entretenir de la force armée. Cinq ans après, en 732/22 se refit la séparation de la Gaule en deux parties : l'une, l'ancienne province de Gaule transalpine, ou Narbonnaise, rendue au Sénat [4] ; l'autre, restant dans le domaine de l'empereur, et divisée en trois provinces, Lyonnaise, Belgique et Aquitaine, avec Lyon pour capitale commune, *Caput Galliarum*.

1. Appien, v, 92.

2. Dion Cass., XLIX. C'est vers cette époque, ou un peu auparavant, que furent frappées pour lui, comme naguère pour Antoine, des monnaies lyonnaises portant son nom : *Imperator Caesar divi filius*. La face porte son effigie, à laquelle est adossée celle de Jules César.

3. *Ibid.*, LIII, 12.

4. *Ibid.*, LIV, 4.

Dans cet intervalle de cinq ans, pour pouvoir passer ainsi au rang de capitale officielle de l'immense province, Lyon avait dû s'accroître considérablement. On a donc tout lieu de croire que l'empereur, qui fondait un peu partout des colonies militaires et renforçait par des envois de vétérans celles qui existaient déjà, usa de ce moyen pour agrandir Lugdunum[1], y opérant ainsi comme une seconde colonisation[2]. Le nom d'*Augusta,* qui s'ajouta à celui de *Copia*, fut peut-être, dès cette époque, donné à la colonie pour consacrer le souvenir d'une mesure qui lui communiquait une vie nouvelle et créait sa grandeur.

Enceinte et aspect de Lugdunum. — Quel aspect pouvait présenter la ville, au moment où l'on y installait, en vertu du rôle auquel elle était appelée, la direction administrative et financière de toute la province? Du plateau de Fourvière[3], Lyon descendait en s'étageant jusqu'aux bords de la Saône. D'après l'emplacement des tombeaux, qui ne pouvaient s'élever qu'en dehors de l'enceinte, M. Allmer a déterminé celle-ci avec une exactitude à peu près rigoureuse[4]. La carte sommaire[5], figurée page 8*bis*, indiquant les emplacements des principaux monuments romains dont on a retrouvé la trace, représente cette enceinte en gros traits pointillés. Elle partait de la Saône à l'endroit dit *La Quarantaine*, au bout du pont actuel d'Ainay, et montait en suivant à peu près la ligne de plus grande pente de la colline; elle est marquée ensuite par les fortifications modernes jusqu'au cimetière de *Loyasse* qu'elle côtoie en inclinant franchement au nord; puis elle s'infléchit vers l'est pour descendre en reprenant la ligne de plus grande pente jusqu'à la Saône, qu'elle atteint à l'extrémité du rocher de Pierre-Scize.

1. Soit à cause des premiers colons viennois, qui pouvaient être d'anciens légionnaires, soit à cause de ce nouvel essaimage de vétérans, les Lyonnais, un siècle plus tard, revendiquaient l'honneur d'être une colonie militaire: *coloniam romanam et partem exercitus.* (Tacite, *Hist.*, I, 65).

2. Il n'y a d'ailleurs pas à tenir compte de l'hypothèse émise par de Boissieu (*ouv. cité*, p. 130), qui serait d'avis d'attribuer à Plancus cette seconde installation de colons. Cette idée ne repose sur aucune espèce de fondement.

3. On connaît l'étymologie caractéristique de ce nom : *Forum vetus*, d'où les formes successives : *Forviel, Forvièdre, Fourvière.*

4. Allmer et Dissard, *Inscriptions du Musée de Lyon*, t. II.

5. Ce plan de Lyon est fait d'après celui qui figure dans l'ouvrage de M. Hippolyte Bazin (*Vienne et Lyon Gallo-romains*, Paris, 1891), mais avec des simplifications et plusieurs additions, particulièrement en ce qui concerne les aqueducs.

On a reconnu l'emplacement du forum, limité par un mur de soutènement, et l'on a identifié un certain nombre de vestiges, mais ce nombre est petit. Presque rien n'est apparent, et les fouilles ont été par force jusqu'ici restreintes et peu profondes. On ne peut signaler, à l'heure qu'il est, en fait de monuments reconnus, que la basilique, le prétoire et la prison, à côté du forum (encore y a-t-il des contestations à ce sujet); le théâtre, un amphithéâtre, deux grands réservoirs dont nous aurons à nous occuper; un immense palais (*domus Juliana*), qu'on croit être le palais impérial, quelques édicules, des thermes particuliers, et au bas de la colline, quelques traces de ports, de docks, de bâtiments qui étaient peut-être les bureaux des douanes. Mais tout cela est plus ou moins informe et enfoui. Il faut classer à part les tombeaux exhumés il y a une quinzaine d'années dans le quartier de Trion, le long de l'ancienne voie d'Aquitaine, d'autant plus intéressants que « par la disposition architecturale, par les caractères épigraphiques, ils appartiennent sans conteste à l'époque d'Auguste[1] » et témoignent que Lyon, au moins vers la fin de ce règne, était déjà une grande cité. Et surtout, en fait de ruines considérables et bien apparentes, il y a les débris d'aqueducs, aux abords de l'enceinte, non loin de l'endroit où furent retrouvés les tombeaux. Nous nous en occuperons à loisir aux chapitres suivants.

Tous ces édifices sont évidemment d'époques successives, et la plupart d'entre eux n'existaient certainement pas au moment où nous en sommes. Lyon n'était alors guère luxueux. Ce qui devait attirer d'abord le regard, c'était l'esplanade du forum qui avait probablement déjà son assiette solide et régulière. La longue et massive muraille d'appui qui la maintenait au sud et à l'est a dû être le premier travail d'importance exécuté. Une partie en subsiste encore, sur une longueur de cinquante mètres environ, à une certaine distance au sud de l'église de Fourvière, dont l'emplacement devait être compris dans l'enceinte même du forum. La hauteur de cette muraille est d'une quinzaine de mètres, et son épaisseur de quatre à cinq mètres. Elle est construite en petit appareil de moellons de roche avec ceinture de briques. Sur un

1. G. Bloch, *ouv. cité*, p. 349.

PLAN

Partie occupée par la ville romaine avec

N. B. On n'a représenté ici, en fait de lignes d'aqueducs, que le parcours certain de celui d
depuis le réservoir des Massues. Les conjectures sur la terminaison de

E LYON

cation des principaux emplacements reconnus

ans l'enceinte de la ville antique, de Saint-Just à Fourvière, et le tracé hypothétique de la Brévenne,
é (Mont-d'Or et Craponne) sont trop vagues pour permettre l'essai d'un tracé.

des côtés du forum s'élevaient le *praetorium*, tribunal du gouverneur, probablement un ou deux temples, et divers autres bâtiments d'intérêt commun, tels que curie municipale, basilique, halle de commerce, etc. Au-dessous s'échelonnaient les demeures des colons, mêlées à celles des Ségusiaves indigènes. On n'y voyait à cette époque ni palais, ni thermes, aucun des monuments somptueux qu'on y admira plus tard, quand les empereurs eurent pris l'habitude d'y faire de longs séjours, les gouverneurs d'y résider, à l'écart des alertes guerrières, et les hauts fonctionnaires impériaux d'y rivaliser de luxe avec les citoyens enrichis par le commerce.

Territoire colonial. Le pagus de Condate. — La colonie ne s'était pas seulement fait céder par les Ségusiaves l'espace compris entre la Saône et le périmètre décrit ci-dessus. Elle s'était octroyé un territoire qui s'étendait aussi bien à l'est au delà du Rhône, qu'à l'ouest et au midi. Le confluent des deux cours d'eau était beaucoup plus haut qu'il n'est aujourd'hui. D'après Allmer[1], dont l'opinion est étayée par plusieurs observations convaincantes, il aurait été à peu près à deux cents mètres en amont de la place Bellecour, et le terrain de celle-ci aurait formé, avec le quartier d'Ainay, une île faisant partie du territoire colonial. La largeur de la place et la longueur de la rue Victor-Hugo mesurent à peu près l'étendue de cette île du nord au sud. Sur l'emplacement de la place Carnot était le confluent définitif, en ce sens que la première jonction des deux fleuves ne constituait qu'un canal transversal très propice à l'établissement d'un port, chacun des deux cours d'eau se prolongeant séparément à droite et à gauche de l'île.

Il est bien difficile de préciser quelle était l'étendue du territoire colonial. Les uns, comme M. Steyert[2], le limitent au sud à Sainte-Foy, Francheville et Craponne ; à l'ouest et au nord par une ligne englobant Tassin, Ecully et le massif du Mont d'Or[3] ; à l'Est par Bron et le Moulin-à-Vent. D'autres, comme M. Allmer[4], le prolongent au sud-est jusqu'aux collines dites

1. *Ouvr. cité*, t. II, p. 45.
2. *Ouvr. cité*, I. p. 131.
3. Pour la reconnaissance de ces localités, v. Pl. II, *carte nouvelle*, à la fin du volume.
4. *Ouvr. cité*, II. p. 157.

Balmes viennoises, et lui font comprendre au sud et à l'ouest tous les massifs de montagnes où devait se développer plus tard le réseau des aqueducs. Ce qu'il y a de certain, c'est que les Ségusiaves avaient gardé pour eux la presqu'île entre les deux fleuves qui formait déjà, avant l'arrivée des Romains, un *pagus*, subdivision ou canton de leur cité. Ce pagus se nommait *Condate*[1], mot synonyme de confluent. Il n'y a pas lieu de supposer qu'il comportât une agglomération considérable au moment de la fondation de Lyon. Mais il est assez probable qu'en même temps que la colonie se développait, une sorte d'attraction toute naturelle, provenant des relations commerciales, ait groupé là de plus en plus une population gauloise venue des autres points de la région. On peut même croire qu'avant l'arrivée d'Auguste à Lyon, des assemblées partielles de cités s'y étaient déjà tenues ; que le prince aperçut ce qu'il pouvait y avoir d'inquiétant dans ces concours, et que, par un trait remarquable de son sens politique, il sut transformer en une institution placée sous le patronage religieux de Rome et de sa propre personne ce qui aurait pu devenir un foyer de conspiration et d'insurrection.

On doit admettre que l'extension du domaine de la colonie dans l'île du confluent et sur la rive gauche du Rhône fut pour beaucoup dans la prospérité grandissante de la ville. C'était la voie ouverte au commerce, et les premiers colons lyonnais, naguère habitants d'une ville de transit fluvial, située sur le même cours d'eau, n'étaient pas hommes à négliger l'importance du point qu'ils occupaient. Assainissement de ces terrains bas et marécageux, organisation de ports et de quais rudimentaires, de chantiers pour la construction des bateaux, de baraquements (*canabae*) pour les comptoirs d'un côté et de l'autre de la Saône, voilà quels durent être les premiers travaux par lesquels se signala l'activité

1. *Condatus* ou *pagus condatensis*. Une inscription du musée de Lyon, trouvée rue de la Vieille, aux Terreaux, vers le début du XIX^e^ siècle, démontre l'existence, parfois contestée, de ce bourg ségusiave (V. de Boissieu, p. 19) :

DIANAE · AVG · SACRVM
IN · HONOR · PAGI · CONDAT
C · GENTIVS · OLILLVS
MAGISTER · PAGI · BIS
CVIVS · DEDICATIONE · HONO
RATIS · PRAESENTIB · DEDIT
VLI — X II
L · D · D · P · COND ·

lyonnaise, après l'érection des bâtiments municipaux, l'installation du forum et des demeures de la colline. Le souci d'un aqueduc ne leur vint assurément que plus tard.

Les eaux de Lyon avant le premier aqueduc. — Quand viendra la description du plus simple de ces aqueducs lyonnais, on verra, par l'importance des opérations techniques nécessaires à son établissement, qu'il fallait pour l'entreprendre un initiateur aussi hardi qu'expérimenté et une haute surveillance continuellement exercée sur le travail. Cela ne pouvait se trouver tout de suite. Au surplus, on peut citer de nombreux exemples de villes du monde romain devenues très populeuses et très prospères, avant d'être pourvues d'aqueducs ou de n'importe quel système d'approvisionnement d'eau régulier. Contentons-nous de rappeler Carthage [1], qui par tant de traits, sous l'empire romain, a ressemblé à Lyon. C'est en 725/29 que par les soins d'Octave elle se relève et se repeuple définitivement. L'industrie et le commerce qui jadis avaient fait sa gloire, puis étaient lamentablement tombés, y reprennent l'essor. Son port se remplit de navires. Elle devient l'entrepôt où afflue l'immense provision de blé que l'Afrique récolte pour Rome. Et pourtant ce n'est qu'un siècle et demi plus tard, en l'an 123, sous Hadrien, qu'elle peut être enfin pourvue d'un aqueduc. Or, son sol ne fournit presque pas d'eau potable : elle dut donc se contenter de l'eau de ses citernes pendant cette longue période. Lyon, garanti de la sécheresse par l'eau de ses deux fleuves, n'a-t-il pu attendre vingt-cinq ans?

« Jusqu'à l'an 441 de la fondation de leur ville, dit Frontin [2], les Romains se contentèrent pour leur usage des eaux qu'ils tiraient du Tibre, des puits ou des sources. » Il est vrai qu'on en était encore aux mœurs primitives et qu'on n'avait aucune idée de ces raffinements qui, plus tard, exigèrent l'eau à profusion. Celle que fournissaient les sources [3] était très pure et très bonne.

1. V. Audollent, *Carthage romaine*, ch. III. — En fait de villes opulentes longtemps dépourvues d'aqueducs, citons encore Capoue, qui en eut un, pour la première fois, par les soins d'Octave et d'Agrippa après la guerre civile (Vell. Paterc., II, 81).

2. *De aquis*, 4.

3. Des sources jaillissaient à peu près dans tous les quartiers de la ville, même les plus élevés. On en utilise encore un assez grand nombre, dont une douzaine d'un débit notable, et d'une qualité parfaite. La fontaine du Palais-Royal, par exemple, dite de Saint-Félix, donne une eau qui ne le cède en pureté et en limpidité qu'à la célèbre eau *Vergine*, l'eau *Virgo* de l'ancienne Rome.

L'accroissement de la population seul rendit celles-ci insuffisantes. De même, à Lugdunum, bien que les sources fussent moins abondantes sur la colline de Fourvière que sur les flancs de chacune des sept collines romaines, la population, tant qu'elle fut relativement faible, dut pouvoir se contenter des eaux locales. Actuellement, on ne constate guère, il est vrai, de filets d'eau se montrant au jour au-dessus du niveau de 260 mètres (le point culminant de la colline étant à un peu plus de 300 mètres d'altitude et la rivière de Saône à 160 mètres, à l'étiage). Mais il pouvait y en avoir autrefois jusqu'au sommet; en tous cas, ceux qui existent encore ont un débit assez abondant[1]. Dans les quartiers élevés se trouvent quelques puits et un assez bon nombre de citernes. Ces ressources naturelles suffirent jusqu'au moment où, par l'arrivée des nouveaux colons, commença le grand développement de la cité, avec les besoins qui en résultèrent. Quelques années plus tard, en l'an 735/19, Auguste y envoyait le principal ordonnateur de ses œuvres, l'actif Agrippa, qui aussitôt procéda aux diverses entreprises que réclamait le grand rôle récemment dévolu à la ville. Et dès lors s'ouvrit pour elle l'ère des prospérités et de la gloire.

1. On peut citer, entre autres, au sommet de la montée des Chazeaux, une source qui coule constamment, et dont le débit n'est pas inférieur à vingt litres par minutes, ce qui fait une trentaine de mètres cubes par vingt-quatre heures. En face de cette source, le long de la montée Saint-Barthélemy et au bas de la montée du Rosaire, ainsi que dans les propriétés avoisinantes, arrivent au jour de nombreux filets d'eau. Il faut signaler une autre source au pied de la montée du Chemin-Neuf ; mais elle ne coule plus à l'air libre; autrefois elle avait été cependant utilisée pour les usages publics, ainsi que le prouve l'édicule fontaine encore debout; son débit était au moins égal à celui de la montée des Chazeaux. Une troisième jaillissait aussi au bas de la montée du Gourguillon. Beaucoup d'autres, inconnues du public, existent dans les jardins des diverses propriétés privées qui occupent une étendue considérable de la colline. La maison de l'Antiquaille, qui était habitée au XVII^e^ siècle par des religieuses, était alimentée d'eau par une galerie creusée à frais communs entre divers propriétaires. Cette galerie se prolongeait jusque sous le plateau de la Sarra. Elle a été bouchée vers 1880. Toutes ces eaux, sans être de qualité exceptionnelle, sont de bonnes eaux potables.

Si l'on estime à 5 ou 6.000 habitants au maximum (V. Steyert, *ouvr. cité*, I, p. 129) la population primitive de Lugdunum, dans les quinze ou vingt premières années de son existence, on voit que cet approvisionnement d'eau suffisait amplement, sans qu'on eût besoin d'avoir recours à un aqueduc. (V. à la bibliothèque de la ville de Lyon une brochure datant d'une cinquantaine d'années : Th. Seligmann, *Essai chimique sur les eaux potables, approprié aux eaux de la ville de Lyon.*)

§ II. — Auguste, Agrippa et Drusus à Lyon. Les deux premiers aqueducs.

Agrippa. — Ce fut un homme extraordinaire que ce Vipsanius Agrippa. Aussi capable de mener une longue campagne[1] et d'organiser la victoire comme général en chef que de veiller aux dispositifs ou de relever la fortune d'un combat[2], il eut aussi, à un degré supérieur, les hautes qualités d'un administrateur, ordre et méthode, coup d'œil étendu et clairvoyant. Mais, particularité plus originale chez un homme d'Etat, et non pour cela moins remarquable, ce ministre, ce capitaine était né ingénieur. Appien[3] nous le représente commandant la flotte, dans la guerre de Sicile, contre Sextus Pompée, et gagnant la bataille de Naulacque, non pas simplement par une savante tactique, mais spécialement grâce à un engin de son invention qui fit merveille[4]. C'est là un indice de son adresse ingénieuse. Mais il venait de donner sa mesure bien mieux encore en réorganisant la flotte, et en créant, pour l'abriter, le port Jules, dans le voisinage de Baïes, par une percée qui faisait communiquer le Lucrin avec le lac Averne. Cette entreprise, dont Suétone fait honneur à Octave[5], fut plus directement l'œuvre d'Agrippa. On peut en dire autant des mesures d'assainissement, d'embellissement et de sécurité prises dans Rome, telles que l'élargissement et le curage du lit du Tibre, la réfection de la voie Flaminia, et surtout la construction de deux nouveaux aqueducs, l'un pendant son édilité, l'autre treize ans après, à la suite de son troisième consulat, c'est-à-dire en l'an 732/22. A la première des eaux ainsi amenées on donna le

1. Campagnes des Cantabres, d'Aquitaine, de Pannonie, de Dalmatie.
2. Bataille d'Actium (V. Velleius Paterculus, II, 85).
3. *Guerres civiles*, V, 118.
4. C'était un long épieu de cinq coudées, protégé par une enveloppe de fer et muni à l'une de ses extrémités d'une sorte de harpon, à l'autre, d'un anneau auquel s'attachait une longue corde; l'autre bout de celle-ci s'enroulait sur un treuil. On lançait l'épieu au moyen d'une catapulte contre le vaisseau ennemi; quand il s'y était accroché, on manœuvrait le treuil, qui le ramenait avec sa prise, sans que les ennemis pussent couper, ni l'engin avec sa garniture de fer, ni la corde mise à l'abri des haches par la longueur de celui-ci.
5. Suétone, *Octave*, 16.

nom d'*Aqua-Julia*[1] ; elle venait du massif des monts Albains. La seconde, prise à l'est de Rome, dans la terre de Lucullus, reçut le nom d'*Aqua Virgo*[2]. En même temps qu'il captait l'aqua Julia, Agrippa avait, en outre, effectué la restauration des aqueducs construits avant lui, ceux de l'Appia, de l'Anio et de la Marcia, qui se trouvaient alors presque en ruines, et il avait mis un soin particulier à pourvoir la ville d'un nombre considérable de fontaines[3].

On ne peut fixer au juste la durée du séjour d'Agrippa à Lyon. Mais il est certain qu'il y passa quelque temps, pour l'organisation définitive de la province. Auguste aura pour habitude d'envoyer dans les Gaules, suivant les circonstances et sans continuité absolue ni durée fixe, quand il ne pourra pas y séjourner en personne, un représentant qui le touche de très près, un membre de sa famille, un homme qui se confonde presque avec lui-même. Agrippa est devenu son gendre depuis l'an 733/21 ; il a déjà gouverné Rome en son absence[4] et va bientôt être associé à la puissance tribunice[5]. Quand il vient en Gaule en l'an 19, c'est donc avec le double prestige de son génie personnel et de l'autorité presque absolue que le prince lui délègue. Il ne lui faudra pas beaucoup de temps pour faire effectivement de la ville de Lyon ce qu'elle est déjà en titre, le centre stratégique et administratif de toute la Gaule.

Les grandes routes d'Agrippa et la construction du premier aqueduc (aqueduc du Mont-d'Or). — Agrippa procéda donc à la construction de quatre grandes voies[6] reliant cette nouvelle capitale à la métropole, et aux points extrêmes de la province. De Lyon partirent : au midi, la route *vers la Narbonnaise*, qui, se bifurquant à Arles, gagnait Rome d'un côté, l'Espagne de l'autre par Narbonne ; à l'ouest, la *voie d'Aquitaine* qui se dirigeait vers Bordeaux et Saintes, par Clermont, Limoges et Périgueux ; au

1. Frontin, *De aquis*, 9.
2. *Ibid.*, 10.
3. *Ibid.*, 9.
4. Dion, LIV, 6.
5. *Ibid.*, LIV, 12.
6. Strabon, IV.

nord, la *voie de l'Océan* qui, par Autun, Reims et Amiens, aboutissait au port de Boulogne ; et à l'est, la *route du Rhin* qui, par la Bresse, gagnait Besançon et, de là, Bâle et la Germanie supérieure. Chacune de ces routes comporta d'importantes bifurcations.

Pour réaliser rapidement cette grande entreprise, nul doute qu'Agrippa n'ait employé ses soldats légionnaires. Il n'est pas du tout nécessaire pour cela de supposer aux portes de Lyon un camp immense et permanent, analogue au camp prétorien de la porte Colline, à Rome, ou à celui de Lambæsis, en Afrique. On s'est longtemps évertué à chercher les vestiges de ce camp aux alentours de la ville ; on s'y évertue encore [1]. Il faut se représenter les choses tout autrement. Lyon fut bien, en effet, un centre de mouvement pour les légions des Gaules, et les routes d'Agrippa avaient précisément pour premier but de favoriser cette circulation de troupes, qui devaient pouvoir affluer vers Lyon comme vers le cœur du pays. Mais ces troupes n'avaient pas à s'y accumuler. Elles y passaient seulement quand une guerre ou une insurrection les appelaient d'un point du territoire à un autre. Lyon ne fut donc jamais un quartier général, bien qu'il y demeurât toujours quelques corps de troupes en permanence. Ce fut même, avec Carthage, la seule ville de l'empire qui eut une véritable garnison. Une quatrième cohorte urbaine, supplément aux trois qui résidaient à Rome [2], fut créée spécialement, à ce que l'on croit, pour Lyon. Mais, sauf des cas exceptionnels, on n'y vit pas séjourner une légion entière.

Agrippa dut y amener un important effectif de l'armée avec laquelle il venait de soumettre les Cantabres [3]. Ces troupes furent aussitôt appliquées au tracé des routes, d'après les plans des ingénieurs militaires, et avec le concours des populations gauloises réquisitionnées à cet effet. Tandis qu'elles se disséminaient en un certain nombre de détachements ou d'équipes sur le parcours projeté de ces voies, il y a tout lieu de supposer qu'Agrippa

1. Steyert (*ouv. cité*, p. 137) raconte la plaisante anecdote du prétendu camp romain découvert à Décines, petite localité voisine de Lyon ; ce camp romain était commandé, en 1843, par le duc de Nemours.

2. Rappelons que les cohortes urbaines étaient numérotées à la suite des neuf cohortes prétoriennes, que la première par conséquent fut numérotée X ; la quatrième XIII.

3. Dion, LIV, 11.

en retint à Lyon quelques cohortes, pour y exécuter les grands travaux locaux qui devaient transformer la physionomie de la ville. En attribuant à son initiative et aux bras de ses soldats la construction du premier des aqueducs de Lyon, celui du Mont-d'Or, comme nous le verrons plus loin, je ne pense pas qu'on fasse une hypothèse téméraire. Il est assez vraisemblable que l'auteur des aqueducs *Julia* et *Virgo*, à Rome, ait eu lui-même l'idée de pourvoir d'un ouvrage analogue la ville dont, par la création de ses routes, il venait de faire comme le second centre de l'empire.

On a dit et répété, je ne sais pourquoi, que ce premier aqueduc fut un aqueduc *municipal*, se distinguant ainsi des autres qui auraient été des aqueducs *impériaux*. S'il y avait une distinction à faire, c'est plutôt le contraire qui serait vrai, en ce sens que la ville était pour ce premier aqueduc, moins que pour tous les autres, en état d'effectuer une telle construction par ses propres ressources d'hommes et d'argent. La réalité est qu'en tout temps les empereurs veillèrent de très près à l'organisation des travaux publics de Lyon, et qu'une grande part doit leur être attribuée dans l'exécution de ceux-ci [1], au point de vue administratif autant que pour la question financière. Et si jamais l'intervention de l'armée, par conséquent l'action impériale directe, fut nécessaire à la construction des aqueducs lyonnais, ce fut pour le premier d'entre eux. Il faut donc souhaiter que cette distinction entre aqueduc municipal et aqueducs impériaux de Lugdunum soit enfin laissée de côté.

Premier séjour d'Auguste à Lyon. L'autel et la ville du confluent. — La colonie désormais progresse à pas de géant, et trois ans ne se sont pas écoulés depuis l'arrivée d'Agrippa qu'elle est prête à recevoir l'empereur lui-même. Celui-ci y fixa pour deux années sa résidence (738/16 à 740/14), tandis que son gendre s'en allait en Syrie. Dion Cassius [2] donne plusieurs motifs de ce séjour d'Auguste en Gaule, entre autres la nécessité

1. Il y a de nombreux exemples de l'initiative du pouvoir central pour l'établissement des aqueducs dans les colonies. Il en sera donné plus loin d'après les documents épigraphiques. Je cite ici seulement celui de Capoue, d'après un passage de Velleius Paterculus (II, 81) : « *Speciosumque per id tempus adjectum supplementum Campanae coloniae* (territoires concédés dans l'île de Crète), *et aqua promissa, quae hodieque singulare et salubritatis instar, et amœnitatis ornamentum est.* »

2. LIV, 20.

de ne pas fatiguer le peuple de Rome par la présence continuelle d'un maître. Mais plus vraisemblablement ce prince, en véritable homme d'Etat, comprenait que la force du gouvernement impérial qu'il fondait résidait surtout dans la prospérité des provinces qu'il s'était attribuées pour domaine, dans l'habitude que prendraient non seulement les citoyens romains des villes, mais les peuples conquis, de sentir sa main, la main du maître précisément, sans cesse étendue sur eux. Il n'oubliait pas non plus qu'il devait rester le chef militaire suprême, l'*imperator*, et se montrer à ses légions. D'ailleurs, une attention constante devait être dirigée par lui vers les frontières de la nouvelle province. Les forces de son lieutenant Lollius étaient alors sérieusement menacées sur le Rhin par les hordes germaniques, et il fallut l'arrivée de l'empereur avec un corps d'armée pour tenir les envahisseurs en respect. Enfin, la pacification de la Gaule même n'était pas une œuvre entièrement achevée.

Il fallait des sommes énormes pour faire face à toutes les dépenses qu'exigeaient les travaux entrepris, et c'étaient en définitive les nations soumises qui payaient. Trop souvent on obtint par la violence les sommes nécessaires, et les divers soulèvements qui éclatèrent dans les Gaules au premier siècle de l'empire eurent presque toujours ces vexations pour cause [1]. Auguste trouva le moyen d'atténuer les rancunes en flattant l'amour-propre national des Gaulois : il institua, au confluent, dans la presqu'île de Condate, des assemblées plénières périodiques des cités de la Gaule chevelue. La pompe avec laquelle il fit célébrer ces congrès semblait être un hommage rendu à la nation : en réalité, c'était un moyen adroit de les subordonner au contrôle romain. Quelque temps après, Drusus, beau-fils de l'empereur, venu pour le représenter dans l'opération du cens en 742/12, obtint de ce conseil *des Trois-Gaules* un vote décrétant l'érection d'un autel à la divinité de Rome et à la personne sacrée du prince.

La description de cet autel, de ses abords, des cérémonies qui s'y accomplissaient, a été faite si souvent qu'il est superflu de la refaire ici. Je rappelle seulement que l'enceinte religieuse occupait

1. La présence de l'empereur à Lyon eut peut-être pour effet de conjurer une révolte qui aurait éclaté contre le procurateur fiscal *Licinus*, coupable d'exactions odieuses. Réprimandé, il paya d'audace, et Auguste l'épargna.

à peu près l'emplacement actuel du Jardin des Plantes, dans le quartier des Terreaux, au bas de la colline de Saint-Sébastien[1]; que la cérémonie d'inauguration eut lieu le 1er août de l'an 744/10[2], et que dès lors, chaque année, au mois d'août, époque du congrès, des jeux solennels se donnèrent dans la presqu'île. On y avait construit, non loin de l'autel, un vaste amphithéâtre, aménagé pour les spectacles les plus grandioses, et où furent institués aussi des concours d'éloquence[3].

On a pensé que pour ces jeux et ces fêtes, ainsi que pour l'alimentation de l'important faubourg qui ne manqua pas de se développer autour de ces monuments officiels, il fut nécessaire d'avoir de l'eau en très grande abondance, et que l'on construisît tout exprès les deux aqueducs de *Miribel* et de *Cordieu*. Il sera fait ci-après une étude succincte de ces deux ouvrages. Quelle que doive en être la conclusion, contentons-nous d'observer dès à présent que, s'il s'agissait surtout de pourvoir à une splendeur passagère d'un mois chaque année, la création d'un grand ouvrage permanent n'était pas indispensable, et qu'avec les procédés d'élévation d'eau que connaissaient les Romains[4], l'enceinte officielle et l'amphithéâtre étant peu élevés au-dessus du niveau des deux fleuves, on pouvait arriver à remplir aisément des bassins pour l'ornementation et pour les nécessités matérielles des spectacles. Mais comme il est à peu près certain que l'eau des aqueducs aboutissant à la colline de Fourvière alimentait l'île d'Ainay, on ne voit pas pourquoi elle n'aurait pas été utilisée aussi pour la presqu'île. Qui sait même si ce n'est pas le développement de la ville des Trois-Gaules qui a nécessité pour une bonne part, à trois reprises différentes, l'adduction de nouvelles eaux à Fourvière.

Prospérité de Lyon. Les corporations et les pouvoirs publics. — Quoi qu'il en soit, la centralisation, sous les murs de

1. Cette colline peut avoir été ainsi appelée du nom même de l'empereur, Σεβαστός, *Augustus*, d'où *collis Sebastianus*. La modification chrétienne se fit plus tard, de façon tout indiquée.

2. D'après Suétone, *Claude*, 2.— Tite-Live (*Perioche* du livre 139) la fixait à deux ans plus tôt.

3. Au moins à l'époque de Caligula (Suét., *Calig.*, 20).

4. Vitruve, x, 4, 67.

Lugdunum, de toute la vie politique des Gaules, eut pour effet non seulement d'entourer la colonie d'un rayonnant prestige, mais encore d'accroître, dans de considérables proportions, sa prospérité commerciale et le chiffre de sa population. A ce moment, aux alentours de l'ère chrétienne, Narbonne seule, la capitale de l'ancienne province, lui dispute, au delà des Alpes, le premier rang. « Τὸ Λούγδουνον, dit Strabon, εὐανδρεῖ μάλιστα τῶν ἄλλων πλὴν Ναρβῶνος [1] »

Alors commencent à se former toutes ces corporations de négociants et d'artisans sur lesquelles les inscriptions de Lyon nous fournissent tant de précieux renseignements : les *nautae ararici, rhodanici*, bateliers de la Saône et du Rhône [2]; les *dendrophores*, exploitants des forêts de la région, marchands de bois et en même temps prêtres de Cybèle ; les *tignuarii* ou *tignarii*, entrepreneurs charpentiers; les *fabri*, c'est-à-dire d'une manière générale, tous artisans qui concouraient à la construction ; les *centonarii*, fabricants de tissus de laine ; les *vinarii*, négociants en vins, devenus rapidement très nombreux, non pas tant à cause de la culture de la vigne aux environs de Lyon qu'en vue du trafic des vins de l'Italie, de la Narbonnaise et de la vallée du Rhône, dont Lyon fut le grand entrepôt. Leurs docks, *canabae*, étaient installés surtout dans la partie ouest et nord de l'île d'Ainay. Enfin venaient les marchands de toute espèce, dont la liste serait trop longue à énumérer, et que les inscriptions mentionnent. Il suffit de parcourir les recueils si intéressants de A. de Boissieu ou de Allmer-Dissard, pour se faire une idée saisissante de la vie intense et mouvementée dont la ville de Lyon devait dès lors présenter le spectacle.

Tous ces corps de métiers étaient régis par des statuts fort minutieux et, d'autre part, étaient comme à Rome placés sous la surveillance très attentive du pouvoir, c'est-à-dire de l'autorité émanant directement de l'empereur. Lugdunum possédait bien, comme toute colonie, son organisation municipale : conseil des

1. Strabon, IV, 3.

2. On distinguait l'une et l'autre corporation, et en outre le *splendidissimum corpus nautarum Rhodanicorum et Araricorum*, qui n'était pas le résultat de la fusion des deux autres. A mesure que les transits se multiplièrent, elles grandirent de jour en jour en nombre d'adhérents, en richesse et en influence, si bien qu'elles formèrent comme une sorte de corps officiel, passant immédiatement après les décurions.

décurions (*ordo sanctissimus*), composé de cent membres, et corps de magistrats : duumvirs, questeurs et édiles. Mais il semble bien que dès l'instant où les fonctionnaires impériaux s'y installèrent, c'est-à-dire dès que Lyon devint capitale des Gaules, les pouvoirs de ce sénat local et de ses magistrats tendirent à se restreindre beaucoup. En théorie, les duumvirs avaient, sous le contrôle des décurions, à gérer les finances locales, à faire l'adjudication des travaux publics, et à juger les procès civils jusqu'à un taux déterminé. En pratique, le contrôle supérieur des fonctionnaires du prince s'exerça si bien sur tous les actes des décurions et des autres magistrats municipaux que l'initiative de ceux-ci paraît en avoir été fort amoindrie. Aucune inscription, à Lyon comme à Carthage, dont le régime fût tout à fait analogue, ne signale une trace marquante de leur intervention, pas plus pour les travaux publics que pour tout le reste. Mais il y avait un honneur attaché à ces charges. L'élection était soumise aux suffrages des citoyens et conférait une dignité très enviée. Rome encourageait du reste cette ambition, en accordant à ceux qui étaient revêtus des dignités municipales certaines prééminences, certains avantages, surtout honorifiques. La compensation devint plus tard insuffisante, car ces charges, peu à peu, prirent le caractère de véritables fardeaux; elles ne s'exercèrent plus sans de nombreuses dépenses personnelles; il fallut donner des jeux, faire des largesses au peuple; en matière d'impôt, de lourdes responsabilités pesèrent sur les malheureux magistrats, si bien qu'on dut parfois leur imposer leur dignité par la contrainte.

Mais nous n'en sommes pas encore là. L'époque d'Auguste est l'âge d'or de la colonie lyonnaise. Le pouvoir municipal subit de bon gré l'ascendant de cette autorité supérieure qui travaille au bien-être et à la fortune de la cité. Dans le palais impérial sont occupés des fonctionnaires de tout âge et de tout rang, hommes libres, affranchis, esclaves, groupés autour de leurs chefs, les procurateurs. Ceux-ci, nommés par le prince qui les tient étroitement dans sa main, accomplissent avec prompte diligence les multiples besognes qu'exige l'administration d'un grand pays qui s'organise. L'activité n'est pas moins grande à côté, à l'hôtel des Monnaies, au service duquel la cohorte en permanence est

spécialement commise *(cohors Lugdunensis ad monetam)*[1]. En un mot, dans Lyon grandissant, tout travaille, tout est animé, tout s'enrichit et prospère.

Construction probable d'un deuxième aqueduc (aqueduc de Craponne). — Il est donc vraisemblable que déjà dans les dernières années du règne d'Auguste, la population, ses besoins, son industrie et son luxe aient pris assez d'extension pour nécessiter la construction d'un nouvel aqueduc. Doit-on s'attacher à démontrer qu'on avait pris d'abord les eaux les plus voisines, celles du Mont-d'Or ? Le simple bon sens indique assez qu'on ne s'avise pas d'aller chercher au loin ce que l'on trouve tout près[2]. En vertu de ce même principe, on dut songer à recueillir en second lieu les eaux du massif de montagnes le plus rapproché après le Mont-d'Or, et en commençant par le versant tourné vers la ville. C'est donc l'aqueduc de Craponne qui, selon toute probabilité, fut le deuxième en date parmi les quatre aqueducs. D'autres raisons, d'ordre technique, confirment cette hypothèse : les procédés de construction de l'aqueduc de Craponne ont avec ceux de l'aqueduc du Mont-d'Or certaines analogies de détail qu'on ne rencontre pas dans les deux autres et qui seront signalées plus loin. C'est dire que ces derniers seraient d'époques plus récentes. A défaut de preuves absolues, ces probabilités peuvent suffire.

Drusus étant mort en l'an 745/9, sur les frontières de Germanie, Auguste, qui l'année précédente était venu assister à l'inauguration solennelle de son propre culte, revint encore l'année d'après

1. Bien qu'on attribue à Tibère la création pour Lyon de la XIII[e] cohorte *urbaine*, il est plus que probable qu'il y en avait une déjà sous Auguste (peut-être une cohorte *civium romanorum*, distincte des cohortes urbaines) Sous Galba, d'après Tacite (*Hist.* I, 64), c'est la XVIII[e] cohorte qui est à Lyon.

2. Il est évident que cette règle élémentaire comporte des exceptions, quand, par exemple, les eaux éloignées sont bien plus pures, ou plus en rapport par leur abondance avec les besoins de la ville, ou encore d'une plus facile adduction. Mais aucune de ces raisons ne peut valoir contre le captage, en premier lieu, des eaux du Mont-d'Or pour Lugdunum. Pour Rome, il est bien vrai que l'eau des monts Simbruens (*Anio* et *Marcia*) fut amenée avant celle des monts Albains plus rapprochés (*Tepula* et *Julia*). Mais l'idée de dériver en amont de leurs chutes de Tibur les eaux abondantes de l'Anio, devait, par l'aspect même de ces chutes, se présenter en première ligne à l'esprit des Romains. Puis, en réparant plus tard cet aqueduc de l'Anio, le préteur Marcius Rex rencontrant de riches sources au voisinage de la dérivation, put juger avantageux de profiter pour les amener d'un tracé déjà en grande partie déterminé par l'aqueduc qu'il réparait. Ainsi fut captée l'eau Marcia. On chercherait en vain des circonstances semblables pour les eaux de Lyon.

(746/8), accompagné de Tibère. Pendant que celui-ci s'en allait poursuivre en Germanie la série des succès obtenus déjà par son frère et par lui-même, l'empereur prolongea quelque temps son séjour à Lyon. Ce fut le dernier. Mais il ne cessa de s'occuper personnellement jusqu'à sa mort d'une province qu'il pouvait, plus que toutes les autres provinces impériales, considérer à juste titre comme son domaine propre. Si elle était pour lui comme un bien héréditaire, en tant que conquête de son père adoptif, il l'avait réellement faite sienne par l'organisation qu'il lui avait donnée. En mourant, il léguait à son successeur un pays florissant orné d'une brillante capitale.

§ III. — De Tibère aux Flaviens. Troisième aqueduc sous Claude.

Ralentissement des travaux publics sous Tibère. Caligula. Entreprises incohérentes. — Tibère sépara les Trois-Gaules, Lyonnaise, Belgique, Aquitaine, en trois gouvernements distincts. On sait le mouvement d'insurrection qu'eut à réprimer le premier gouverneur officiel de la Lyonnaise, Acilius Aviola. Cette révolte, provoquée chez les Andicaves, et les Turoniens (Angevins et Tourangeaux), puis chez les Trévires et les Eduens, par l'excès des impôts [1], se termina promptement par la défaite de l'Eduen Sacrovir. L'alerte éprouvée put suggérer quelques précautions dans les exigences du fisc à l'égard des populations gauloises, et ouvrir une période d'économies ayant pour conséquence un arrêt dans le développement des travaux publics. D'ailleurs, Tibère, absorbé par sa politique méfiante et son inquiète jalousie du pouvoir, loin de s'occuper des provinces avec la même sollicitude qu'Auguste, ne songea guère aux embellissements des villes. Il négligea même ceux de Rome, et n'accomplit aucun travail grandiose, laissant inachevés les seuls qu'il eût entrepris, la construction du temple d'Auguste et le relèvement du théâtre de Pompée [2].

1. Tacite, *Ann.*, III, 40.
2. Suétone, *Tibère*, 47.

Quant à Caligula, qui séjourna quelque temps en Gaule, il laissa un triste souvenir de son passage à Lyon, où il inaugura son troisième consulat en l'an 40 : souvenir de prodigalités fastueuses, de rapines effrontées, de cruautés inouïes et d'excentricités ridicules. Il donna, près du fameux autel, des jeux alternés avec des concours d'éloquence grecque et latine, que concluaient de bizarres sanctions [1]. Le nom des jeux (*miscelli*) semble indiquer leur variété : combats de gladiateurs, courses de chars, naumachie peut-être. On n'eut évidemment pas à construire un nouvel aqueduc pour ces joutes, qui n'étaient pas prévues de longue date : on a vu plus haut, d'ailleurs, quels moyens existaient de remplir les bassins dans la presqu'île [2].

D'autre part, nous savons que ce prince avait le goût et même la manie des travaux publics. Son règne ayant été très court (37 à 41), la plupart de ceux qu'il avait entrepris n'étaient pas achevés, ou même avaient été abandonnés à l'état d'ébauches [3]. Citons avant tout les deux grands aqueducs de la région Tiburtine, qui furent repris et terminés par Claude (*Aqua Claudia* et *Anio novus*) [4]. Caïus ayant l'esprit déséquilibré, des projets extravagants naissaient dans sa cervelle en même temps que certains autres fort raisonnables. C'est ainsi qu'il eut l'idée de bâtir une ville au sommet des Alpes, fit aplanir des montagnes et surélever des plaines, pour le seul plaisir d'entreprendre des choses extraordinaires, tandis qu'il reprenait, sans assez de constance d'ailleurs pour le faire aboutir, le projet conçu par César de percer l'isthme de Corinthe [5]. Souvent, sous prétexte d'améliorer ou de construire plus beau, il opéra des bouleversements que son successeur dut réparer ; il avait notamment renversé un certain nombre d'arcades

1. Suét., *Caligula*, 20. « On raconte que les vaincus y payaient les prix dus aux vainqueurs, puis qu'on les contraignait à composer les éloges de ceux-ci. Quant à ceux qui avaient été jugés les plus mauvais, il leur était ordonné d'effacer leurs écrits avec une éponge ou même avec leur langue, à moins qu'ils ne préférassent être battus de verges ou plongés dans l'eau tout près de là. » Ce concours inspirait un effroi légitime à ceux qui l'affrontaient.

Palleat ut nudis pressit qui calcibus anguem,
Aut Lugdunensem rhetor dicturus ad aram

(Juvénal, *sat.*, I, 43, 44.)

2. V. ci-dessus, p. 18.

3. Il acheva pourtant le temple d'Auguste et le théâtre de Pompée. Il éleva les murs et les temples de Syracuse (Suét., *Calig.* 21).

4. Frontin, *De aquis*, 13.

5. Suét., *Cal.*, 37.

de l'aqueduc *Virgo*, ainsi que l'atteste une inscription apposée par Claude lui-même sur ces arcs relevés [1]. Caligula avait eu besoin de leur emplacement pour un amphithéâtre qu'il faisait construire et que, naturellement, Claude n'acheva pas.

Quand une de ces idées venait à ce maniaque, instantanément il se lançait dans l'exécution, et malheur au subordonné qui ne se mettait pas rapidement à l'œuvre, il risquait sa vie. A ces fantaisies de construction la caisse du fisc fut promptement épuisée. Tibère avait laissé deux milliards sept cents millions de sesterces. En moins d'un an, ils furent dissipés. Alors tous les systèmes de rapines furent pratiqués par Caligula pour y suppléer : droits perçus sur tous les gains des métiers, confiscations d'héritages, fraudes au jeu, quêtes éhontées, ignobles bénéfices sur la prostitution, condamnation à mort de riches citoyens, et vente aux enchères de leurs biens accaparés, etc. ; les faits dépassent l'imagination [2]. Si pendant son séjour à Lyon, en l'an 40, la fantaisie lui prit de faire commencer un nouvel aqueduc, ce n'est donc pas la façon de se procurer les fonds qui dut l'embarrasser beaucoup. Mais la fixité dans les projets étant chez lui, comme chez beaucoup de déments, en raison inverse de l'impatience de la première heure, il est à supposer que si ces travaux hydrauliques furent entrepris, ils ne furent qu'ébauchés, comme ceux de Rome, et qu'il fut réservé de même à son successeur de les reprendre et de les achever.

Claude. Sa sympathie pour Lyon. Lyon colonie Claudienne. Construction d'un troisième aqueduc (aqueduc de la Brévenne). Claude (Tiberius Claudius), fils de Drusus et frère de Germanicus, était né à Lyon le jour même, selon Suétone, de la dédicace de l'autel de Rome et d'Auguste. Conserva-t-il pour sa ville natale et pour le pays des Gaules une affection qui leur ait valu plus tard les bienfaits dont il les gratifia ? On peut le croire. Ce prince, auquel reste imprimée une marque ineffaçable de ridicule, n'en

1. *Ti. Claudius. Drusi F. Caesar. Augustus. Germanicus*
Pontifex Maxim. Trib. potest. V. imp. XI. PP. cos. design. IIII
Arcus ductus aquae. Virginis. disturbatos per. C. Caesarem
A fundamentis. novos fecit. ac. restituit.

2. Suét. *Cal.*, 38 à 42.

est pas moins digne à nos yeux d'une réelle sympathie. Il y a lieu d'être surpris du mélange de niaiserie et de très ferme bon sens qui se rencontre dans ce caractère d'empereur[1]. Ses actes d'excellente politique et de sage administration étant nombreux et d'une authenticité indiscutable, on serait porté à croire à beaucoup d'exagération dans les traits d'imbécillité que l'histoire lui prête. C'était sans doute un de ces hommes d'esprit lent, susceptibles de réflexion excellente, mais sujets à des absences de pensée, souvent interdits, gauches et bégayants, quelquefois au contraire sottement hardis, capables pourtant, dans des circonstances importantes, de s'exprimer convenablement devant une assemblée.

C'est ainsi que son discours en faveur des nobles Gaulois déjà citoyens romains, et auxquels il s'agissait d'accorder ou de refuser l'accès au sénat et à toutes les dignités romaines, sut faire valoir de justes et sages raisons[2], qui, présentées par l'empereur lui-même, devaient triompher des dispositions des sénateurs, peu favorables au projet. On a retrouvé à Lyon, en 1528, une partie considérable de ce discours, gravé sur une table de bronze qui est encore une des pièces les plus précieuses du musée de la ville[3]. Il est d'une éloquence bien molle et bien diffuse, mais il respire une sympathie sincère à l'égard des Gaulois, et méritait bien que l'assemblée du confluent témoignât sa gratitude en le faisant graver sur le bronze et afficher sur l'un des édifices qui avoisinaient l'autel fédéral. Quant aux Lyonnais eux-mêmes, ils n'étaient pas directement intéressés à la mesure nouvelle, puisque dès la fondation de leur colonie, ils possédaient le plein droit de cité[4] : comme Claude le constatait au cours de son argumentation, il y avait déjà des Lyonnais au sénat.

Ils avaient néanmoins des raisons toutes spéciales de reconnaissance à l'égard de Claude. En l'an 43, quelques années avant le discours au Sénat, qui est de l'an 48, l'empereur avait traversé la Gaule pour tenter une expédition en Bretagne, qui fut rapide et couronnée de succès. Il passa deux fois par Lyon, à l'aller et au

1. Suétone, *Claude*, 3, 15.

2. Tacite (*Annales* XI, 24) reproduit le discours de Claude, en observant son sens général, mais sans scrupuleuse fidélité, d'ailleurs éloquemment.

3. V. Allmer et Dissard (*ouv. cité*) I, p. 58, et P. Fabia, *Revue d'Histoire de Lyon*, t. VII, 1908, *Claude et Lyon*, p. 15, ssq.

4. V. Mommsen, *Hist. romaine*, trad. *Cagnat* et *Toutain*, IX, p. 111.

retour, et y fut accueilli avec enthousiasme. Le second séjour surtout fut triomphal. Dans ces manifestations, il faut faire la part de la réjouissance officielle et banale. Mais il est un indice qui suffit par lui-même à prouver la sincérité de l'allégresse témoignée : c'est que les Lyonnais demandèrent et obtinrent d'ajouter le nom de Claude à la désignation officielle de leur colonie. Celle-ci s'appela désormais *Colonia Copia Claudia Augusta*[1] *Lugudunum*. Ce nom n'aurait pas été donné sans raisons positives. Sans aucun doute, il consacrait et perpétuait le souvenir de bienfaits notoires, parmi lesquels on n'hésite pas à citer la construction d'un nouvel aqueduc. La découverte, au XVIII[e] siècle, sur le versant septentrional de la colline de Fourvière, d'une trentaine de tuyaux de plomb[2], tous marqués aux initiales TI. CL. CAES. (Tiberius Claudius Cæsar), indique bien une canalisation nouvelle, datant de ce règne, et l'on doit naturellement penser qu'elle correspondait à un surcroît de débit, donc à un aqueduc nouveau.

Une semblable création est d'autant plus vraisemblable de la part de cet empereur que Rome lui dut les deux plus beaux de ses aqueducs, puis le port d'Ostie, travail non moins admirable ; il fit creuser aussi un canal d'écoulement pour le lac Fucin[3]. Que ses goûts pour les grands ouvrages d'hydraulique aient pris plaisir à s'exercer en faveur de sa ville natale, il n'est rien de plus logique.

Deux aqueducs existaient déjà pour la ville de Lyon, celui du Mont-d'Or et celui de Craponne. Le choix reste, pour l'attribution à Claude, entre les deux autres : l'aqueduc du Mont Pilat ou du Gier, et celui de la Brévenne. Le même principe de bon sens en vertu duquel, avant tout autre indice, les eaux les plus rapprochées sont recueillies d'abord, désigne l'aqueduc de la Brévenne comme antérieur à l'autre. Ajoutons qu'il part du même massif que celui de Craponne, mais du versant opposé, ce qui l'oblige

1. Le nom d'Augusta, ou bien datait d'Auguste, comme nous l'avons supposé plus haut, ou bien fut donné en même temps que celui de Claudia, en l'honneur de *Claudius Augustus* « l'empereur Claude ». Les trois premières désignations : Colonia, Copia, Claudia, sont représentées dans les inscriptions par les trois lettres CCC.

2. Ces tuyaux sont aujourd'hui perdus. Ils avaient été vus par un témoin digne de foi, le P. De Colonia (*ouv. cité*, p. 74). La question de leur emplacement sera discutée dans un des chapitres suivants.

3. Suétone, *Claude*, 20.

à un parcours beaucoup plus long, moindre toutefois que celui de l'aqueduc du Gier, avec des difficultés à surmonter bien moins considérables. Enfin, il est des raisons dignes d'attention sérieuse pour attribuer ce dernier à un règne ultérieur, bien que ce ne soit pas jusqu'ici l'opinion courante. Elles seront exposées plus loin. J'admets donc, sous réserves bien entendu, comme on doit le faire quand on n'a pas en main des preuves d'une évidence absolue, mais en m'appuyant sur de bonnes probabilités, que l'aqueduc datant du règne de Claude est celui de la Brévenne.

Agrandissement possible du territoire de la colonie. Bienfaits supposés de Claude à l'égard de Lyon. — On a fait remarquer par des comparaisons qui ne manquent pas de valeur, que les divers aqueducs ainsi construits pour Lyon, et ne desservant que Lyon, ne pouvaient être, dans toute leur étendue, que sur le territoire de la colonie : « Il en était de ces aqueducs, dit M. Allmer[1], comme de ceux qui sont connus ailleurs. Les cinq ou six aqueducs qui amenaient de l'eau à Vienne étaient tous sur le territoire de Vienne ; celui qui d'une trentaine de kilomètres portait à Vaison les belles eaux de la fontaine de Grosel — le dieu celtique Graselos — avait son point de départ près de Malaucène, sur le terrain de Vaison ; l'aqueduc de 52 kilomètres de long qui alimentait Nîmes prenait naissance à la source de la fontaine d'Eure, à Uzès sur le territoire de Nîmes, qui de ce côté se prolongeait jusqu'à l'Ardèche, ou peu s'en faut Le magnifique aqueduc qui abreuve Carthage est construit en entier sur le territoire de Carthage. » C'est juste. Mais on a peine à croire que le domaine primitif de la colonie de Lugdunum ait pu dépasser la ligne de montagnes qui clôt à l'ouest ce qui d'après la dénomination usuelle constitue « les environs de Lyon ». Au delà des crêtes d'Iseron et de Pollionnay, c'est en quelque sorte un autre pays. Si l'on admet le principe de M. Allmer, rien n'empêche de penser que, pour donner aux Lyonnais le droit d'aller chercher l'eau par delà cette limite, Claude se soit déterminé à agrandir le territoire de la colonie. Ce serait encore un des motifs pour lesquels Lyon aurait conféré à cet empereur l'hommage de l'éponymie.

1. Allmer et Dissard, *ouv. cité*, II, p. 161.

Au reste, ce fait d'annexion serait d'autant moins invraisemblable que l'on a cru aussi pouvoir attribuer à Claude l'addition à la colonie de certains territoires situés dans la Narbonnaise, entre autres celui de Valence qui serait même devenu pour Lyon une importante source de revenus. Ce n'est là toutefois qu'une conjecture [1].

M. Steyert [2], dans son Histoire de Lyon, attribue encore à Claude l'établissement de plusieurs voies nouvelles, dont la mieux identifiée serait le *compendium* de Vienne, route abrégée entre les deux villes ; il s'appuie sur ce que l'on a retrouvé, au village de Solaize, une des bornes milliaires de cette route dont l'inscription porte nettement le nom de Claude, avec la date de la troisième année de sa puissance tribunice, qui est précisément l'an 43, date de son séjour à Lyon [3]. La coïncidence est intéressante, mais n'est pas une preuve absolue, car les bornes milliaires se remplaçaient de temps à autre. En somme sans nier que Claude ait gratifié Lyon de bienfaits nombreux et importants, le plus authentique de tous est encore, à ce qu'il semble, la construction de l'aqueduc.

Incendie de Lyon. Lyon pour Néron contre Vindex. — Le règne de Néron fut pour Lyon une époque d'épreuves. La plus grave, et qui aurait pu entraîner sa ruine complète si la cité n'eût été encore en pleine vigueur de jeunesse, fut l'incendie qui survint en l'an 65. D'après Sénèque, le désastre n'aurait pas laissé pierre sur pierre : « *Lugdunensis colonia exuta est*, écrit-il à son ami Lucilius ; *una nox interfuit inter urbem maximam et nullam.*

1. A cette opinion, émise et soutenue par M. Hirschfeld il y a une vingtaine d'années, C. I. L., t. XIII, p. 229, M. Philippe Fabia, professeur à l'Université de Lyon, a tout récemment (*Revue d'Histoire de Lyon*, t. VII, *art. cité*, p. 12), opposé des arguments très solides, qui, sans viser à la détruire, tendent à l'infirmer et la réduisent à la valeur d'une simple hypothèse. Des objections encore plus décisives sont présentées à la suite par M. Fabia contre une seconde conjecture du même auteur, d'après laquelle ce serait à Claude que la colonie de Lyon aurait dû le privilège du droit italique c'est-à-dire, pour les habitants, l'exemption de l'impôt personnel et de l'impôt foncier, le sol devenant susceptible de propriété quiritaire.

2. *Ouv. cité*, p. 227.

3. TICLAVDIVSDRVSIF
CAESARAVGVST
GERMANICVS
PONT.MAX.TR.POT III
IMP. III COS III PP
VII

Lugdunum, quod ostendebatur in Gallia, quaeritur [1]. » Il exagère sans doute, soit que les premières nouvelles d'une catastrophe [2] dépassent en général la réalité, soit que, par artifice de rhéteur, il charge les couleurs sombres du tableau pour mieux faire ressortir sa thèse de la fragilité des choses humaines. Mais tout en faisant la part de l'exagération, et quelle qu'ait pu être la cause de ce désastre, on doit convenir qu'il fut terrible. Il est à peu près certain qu'une partie importante de la ville officielle, tout autour du forum, fut détruite. Mais ce qui lui permit de se relever avec une rapidité surprenante, en admettant même que toute la colline de Fourvière, soit toute la rive droite de la Saône, ait été ravagée, c'est que le feu n'avait pas pu se propager dans l'île d'Ainay, ni dans la presqu'île du confluent. Or l'île était le grand entrepôt du commerce et par conséquent le centre et la source de la richesse de la ville. Les grands négociants, les corporations opulentes, la population du confluent, tous ceux dont les demeures et les biens n'avaient pas été atteints par le sinistre durent s'efforcer communément, dans leur propre intérêt, de hâter le relèvement de la ville haute. Tous avaient en effet trop d'avantages à maintenir la suprématie de Lyon en face d'autres cités rivales, Autun et Vienne. La première brillait déjà par la splendeur de ses monuments, par la culture littéraire de ses habitants et par les écoles qui commençaient à s'y fonder. La seconde surtout, Vienne, à qui les Lyonnais n'avaient pas pardonné l'expulsion dont ils avaient été l'objet et qui marquait l'origine de leur colonie, grandissait chaque jour et leur portait ombrage. Il fallait que Lyon prouvât sa vitalité et sa force en se relevant au plus tôt de ses ruines.

Néron lui vint en aide, en envoyant une somme de quatre millions de sesterces. Tacite [3], qui mentionne ce don, le signale comme une dette de reconnaissance de la part du souverain, qui aurait reçu des Lyonnais cette même somme dans des circonstances difficiles que l'auteur ne précise pas. Peut-être l'avaient-ils envoyée l'année précédente pour aider à réparer les désastres de l'incendie de Rome ; la subvention de Néron n'était dès lors qu'un trop juste retour.

1. *Ad Lucil.*, XCI.
2. Celle-ci venait de lui être annoncée par son ami, le Lyonnais Æbutius Liberalis, alors dans tout l'émoi provoqué par les premières informations.
3. *Ann.* XVI, 13.

En tout cas, grâce aux subsides qui durent lui parvenir de tous côtés, Lyon mit peu de temps à renaître. Trois ans après, au moment de la révolte fomentée par Julius Vindex, gouverneur de la Belgique ou peut-être même de la Lyonnaise, la ville était en état de prendre position avec fermeté contre le légat et son parti, pour le prince qui l'avait secourue. La défaite de Vindex sous les murs de *Vesontio* (Besançon) n'empêcha pas le succès de la révolution, car, étouffée en Gaule, elle se déclarait à Rome peu après, forçait Néron à se tuer, et mettait sur le trône impérial Galba, naguère gouverneur d'Espagne citérieure, en faveur de qui s'était organisé le mouvement.

De Galba à la fin du règne de Domitien. Fortune inégale. — Galba fit sentir durement aux Lyonnais sa rancune, en confisquant leurs revenus, tandis qu'il donnait de nombreux gages de sa reconnaissance aux autres villes, à Vienne[1] en particulier, qui avait soutenu Vindex. Mais Lyon eut bientôt sa revanche. Quelques mois après, Galba était immolé, et, tandis qu'Othon lui succédait à Rome, Vitellius était proclamé empereur par les légions de Germanie. Fabius Valens, son lieutenant, imposait à Vienne une dure contribution, au nom de Vitellius, qui se donnait pour le vengeur de Néron. En se rendant de Cologne à Rome, Vitellius lui-même traversa Lyon, où il fut reçu avec chaleur en cette qualité. Si son règne eût été moins éphémère, les Lyonnais auraient pu compter sur sa sympathie. Mais sa fin lamentable survenue la même année (69) et l'avènement de Vespasien infligèrent une nouvelle déception à la colonie. Celle-ci, dont la population comprenait beaucoup de vétérans des armées du Rhin, avait acclamé avec d'autant plus d'entrain Vitellius, l'élu des troupes de Germanie. Vespasien, élu des légions d'Orient, était pour elle un étranger, et, comme rival heureux de Vitellius, presque un ennemi. A peine eut-il triomphé de l'insurrection des Bataves, des Trévires et des Lingons, qu'il donna, semble-t-il, une marque de méfiance à Lyon, en déplaçant la cohorte qui y était campée pour l'envoyer en Afrique : il la remplaça par une autre que lui-même avait formée[2].

1. V. P. Fabia (*Revue d'Hist. de Lyon*, t. I, 1902). *La querelle des Lyonnais et des Viennois.*

2. La Ire Flavia. (V. Hirschfeld, C. I. L., t. XIII, p. 252).

Son règne et celui de Titus ne paraissent pas avoir constitué pour la ville une époque brillante. Elle devait avoir, du reste, beaucoup à faire pour se relever entièrement de ses ruines, car, passé le premier élan qui suivit l'incendie, les vicissitudes des années subséquentes lui avaient sans doute peu laissé le loisir de s'en occuper. Domitien, une dizaine d'années avant son avènement, en l'an 70, passa quelque temps à Lyon [1]. Devenu empereur, il prit une mesure qui contribua beaucoup à augmenter l'importance du commerce lyonnais, déjà si florissant : ce fut d'ordonner que dans diverses provinces, et notamment dans les Gaules, les vignes fussent arrachées et remplacées par le blé, dont la pénurie était devenue inquiétante. Il en résulta un trafic énorme des vins d'Italie, et Lyon, centre des transits, en bénéficia largement [2]. C'est à cette époque, ou peu après, que furent inaugurées des relations suivies et en quelque sorte officielles entre les négociants de Lyon et ceux d'Italie. Une corporation se forma qui prit le nom de *splendidissimum corpus negotiatorum Cisalpinorum et Transalpinorum* et qui eut son siège social en partie à Lyon, en partie à Milan. Lyon, sous ce règne, acheva donc de se relever. L'influence de Domitien, grand bâtisseur [3], put y contribuer.

§ IV. — Les Antonins. Quatrième aqueduc sous Hadrien. Apogée et déclin de Lyon.

Apogée de Lyon antique. Sa population. — Pendant un siècle entier, cet essor ne devait plus fléchir, et nous voici, dès le règne de Trajan, à l'apogée de la prospérité lyonnaise. La cité est désormais, par son commerce, en relation avec tous les peuples de l'empire. Nous avons une preuve de l'étendue de ce trafic par la quantité et la diversité des sceaux de plomb, apposés aux marchandises pour le contrôle de la douane, qui ont été découverts dans le lit de la Saône. C'était, en effet, près du

1. Tac, *Hist.*, VI, 85-86.
2. V. Allmer et Dissard, *ouv. cité*, t. II, p. 450. — Gsell, *Essai sur le règne de l'empereur Domitien.*
3. Gsell, *Domitien*, p. 90, ssq.

port qu'on percevait pour la douane le *portorium*, droit du quarantième sur toute marchandise importée ou exportée. Or, les signes marqués sur ces sceaux indiquent les provenances les plus variées. Mais ce n'étaient pas seulement les marchandises qui arrivaient de tous côtés. Les étrangers eux-mêmes commençaient à venir en grand nombre. Les uns étaient de passage pour traiter les affaires sur place, vendre eux-mêmes les produits de leur pays et y rapporter ceux des Gaules. D'autres se fixaient à Lyon et y tenaient magasin permanent d'objets fabriqués par leurs compatriotes. Enfin, quelques-uns même y avaient importé et y exerçaient leurs industries nationales. Les inscriptions [1] révèlent la présence à Lyon, non seulement d'Espagnols, de Bretons et de Germains, peuples voisins, mais d'Africains, de Grecs, de Galates, de Syriens, etc. Sans doute, ces inscriptions sont d'époques différentes, et un certain nombre d'entre elles peuvent se rapporter à des temps plus récents que le premier ou le second siècle après J.-C. ; mais il en est beaucoup aussi pour lesquelles on ne peut guère descendre au-dessous de cette dernière époque.

Une grande ville où les citoyens d'ancienne origine forment encore la majorité, mais qui est déjà et va être de plus en plus envahie par l'élément cosmopolite, voilà Lyon au début du IIe siècle. Evidemment sa population est considérable, mais on ne saurait l'évaluer au juste, tant il y a d'inconnues dans les problèmes de ce genre. Pour Rome même, on est loin d'être fixé : M. Hirschfeld [2] pense qu'un million et demi d'habitants est bien le maximum qu'on y puisse supposer, et son opinion paraît la plus vraisemblable. Mais on trouve des écarts fantastiques entre les autres évaluations qui vont de 500.000 habitants seulement à plus de dix millions [3]. Or, si l'on a tant d'hésitations sur Rome,

1. C. I. L., t. XIII, et Allmer et Dissard (*ouv. cité*), t. III, p. 66, 90, 99, 107, 108, 113, 117, 120, 121, 122, 127, 139.

2. C. I. L. XIII, p. 249.

3. Les écrivains de l'époque classique, Denys d'Halicarnasse, Pline l'Ancien, parlent de l'immensité de Rome, mais sans préciser. Au VIIe siècle, Cassiodore évalue sa population sous le règne de Claude, à 6.944.000 habitants (*Variorum*, VII, 6). A l'époque de la Renaissance, Vossius (*De magnitudine Romae veteris*, ch. VI), va jusqu'à 14 millions, tandis que Manuce (*De civitate Romana*, 1585) descend au-dessous d'un million. Parmi les modernes, Dureau de la Malle (*Economie politique des Romains*, I, 403) fixa le chiffre de 562 000 habitants, et le docteur Castiglione (*Monografia della città di Roma*, II, 317 (1878), celui de 1.169.400.

dont l'histoire est éclairée par un si grand nombre de documents, que peut-on dire de certain sur Lyon?

Nous allons essayer pourtant de nous guider sur deux données : d'une part, la superficie et la population de la ville actuelle, et, d'autre part, la superficie connue et la population raisonnablement calculée d'une ville antique, Pompéi. Lyon occupe à l'heure qu'il est une surface de 4.000 hectares environ et renferme une population de 450.000 à 500.000 habitants. Les murs de Pompéi formaient une enceinte de 2.600 mètres de circuit, ce qui correspond à 50 hectares de superficie, au maximum. Or, Lyon antique, si l'on se guide sur les emplacements de tombeaux découverts un peu de tous les côtés et qui étaient au delà de l'enceinte, ne devait pas excéder de beaucoup, en y comprenant le quartier fédéral des Trois-Gaules, le quart de l'étendue actuelle, soit 1.000 hectares. C'est encore vingt fois l'étendue de Pompéi. Cette dernière ville, d'après des évaluations admises, avait environ 20.000 habitants au moment de la catastrophe, en 79 après Jésus-Christ. En évaluant proportionnellement le nombre des habitants de Lugdunum, nous atteindrons le chiffre de 400.000, peu inférieur, comme on voit, au chiffre actuel [1].

Quatrième aqueduc (aqueduc du Gier), attribuable à Hadrien. — Quoi qu'il en soit, l'affluence et le va-et-vient continuel d'étrangers produisirent à coup sûr le même effet qu'à Rome, le développement de goûts plus raffinés, l'amour excessif du bien-être et du luxe, une certaine mollesse orientale. Un des signes les plus marquants de cette mollesse fut, comme on sait, à Rome, l'accroissement prodigieux du nombre de bains et thermes, publics et privés. Il dut en être de même à Lyon, mais sans doute un peu plus tard, Rome ayant commencé à devenir ville cosmopolite dès le milieu du premier siècle. Pour répondre à ces nouvelles exigences, de même qu'à Rome on avait dû construire les aqueducs *Claudia* et *Anio novus*, de même Lyon s'imposa l'adduction d'une

1 La population de Lyon aurait donc été presque quatre fois plus condensée qu'à présent. Ce résultat surprendra moins si l'on réfléchit que Paris n'a qu'une superficie à peine double de celle de Lyon pour une population cinq fois plus grande, et que les maisons dans les villes antiques, moins élevées, il est vrai, que les nôtres, étaient bien plus resserrées et composées de pièces bien plus étroites. Au reste, le calcul ci-dessus n'a nullement la prétention d'être rigoureux. Il s'agissait simplement de ne pas avancer un chiffre au hasard et de se fonder au moins sur quelques éléments indiscutables.

eau nouvelle, l'eau du Gier, prise à une distance plus grande que toutes celles qui avaient été captées jusque-là. Cet aqueduc, construit avec plus de soin encore que les précédents, avec magnificence même, fut le dernier. Lyon ayant atteint son apogée sous les Antonins et ne devant ensuite que décliner, l'approvisionnement par ces quatre aqueducs devint après eux plus que suffisant.

Diverses raisons permettent, à mon avis, d'attribuer l'aqueduc du Gier non seulement à l'époque de l'empereur Hadrien, mais même à son initiative. Ce prince, que les beaux faits d'armes de sa jeunesse n'empêchèrent pas de devenir un monarque pacifique, eut pour grande ambition de connaître par lui-même, à fond, toutes les parties de l'empire et de travailler à leur prospérité. Estimant moins profitable l'extension des provinces par la conquête que leur affermissement par la sécurité et la richesse, il abandonna résolument la possession de certains districts trop éloignés, tels que les pays au delà de l'Euphrate et du Tigre[1], et s'appliqua à maintenir l'empire dans des frontières bien délimitées et bien gardées. En de nombreux voyages, il visita toutes les provinces, inspectant les services administratifs, accueillant les réclamations et les demandes, réduisant, quand il y avait lieu, les impôts et les dettes[2], relevant les exactions et les fraudes[3], entreprenant dans quantité de villes des travaux d'utilité publique ou d'embellissement[4], parmi lesquels, chose particulièrement intéressante ici pour nous, des aqueducs à l'infini (*aquarum ductus infinitos*)[5]. Très instruit en fait de science arithmétique et géométrique, il emmenait avec lui, dans ses voyages, un nombreux personnel d'architectes et de géomètres, qu'il traitait avec une bienveillante familiarité. Il vint de

1. Spartien, *Vita Hadriani*, 5.
2. *Ibid.*, 6, 7.
3. *Ibid.*, 3, 16.
4. *Ibid.*, 18 : « *Omnibus fere urbibus aliquid aedificavit.* »
5. *Ibid.*, 19.

cette façon en Gaule en l'an 119[1] et y revint probablement encore les années suivantes[2]. C'est à ce moment qu'on peut rapporter avec assez de vraisemblance la construction de l'aqueduc du Gier.

On trouvera plus loin les détails sur la découverte, au voisinage de cet aqueduc, dans la campagne, d'une pierre gravée dont la légende prescrit, au nom de l'empereur Hadrien, certaines mesures de protection concernant le canal. Celui-ci n'est donc pas postérieur au règne de ce prince. D'autre part l'inscription, il est vrai, n'empêche pas de croire qu'il lui soit antérieur. Nous verrons cependant que son texte même fournit quelque présomption en faveur de l'opinion contraire, c'est-à-dire de celle qui rapporte à la même époque la construction et l'ordonnance impériale. Je chercherai à faire voir aussi, et surtout, que la disposition des pierres d'appareil de cet aqueduc, bien que très usitée depuis Auguste, offre dans le détail des marques d'un art et d'un goût particulier aux constructions d'Hadrien.

On attribue aussi soit à Hadrien, soit à son prédécesseur Trajan la reconstruction du forum de Lyon, cela d'après un renseignement donné par un certain diacre Florus, du IX^e^ siècle, et reproduit par le chroniqueur de Saint-Bénigne de Dijon (XII^e^ siècle)[3]. Il est probable que cette reconstruction, commencée

1. Cette date se déduit d'une inscription gravée sur le socle d'une statue élevée à Hadrien par les bateliers du Rhône. (Allmer, *Inscr. de Vienne*, I, 53.)

IMP · CAES · DIVI
TRAIANI . PARTHICI
FIL · DIVI · NERVAE
NEPOTI · TRAIANO
HADRIANO · AVG.
PONTIF · MAX · TRIB
POTESTAT III · COS · III (an 119)
NAVTAE RHODANICI
INDVLGENTISSIMO
PRINCIPI

La découverte en a été faite à Saint-Jean-de-Mazols, à une demi-lieue en amont de Tournon.

2. V. Lenain de Tillemont. *Hist. des empereurs* (1690). — Dürr, *Die Reisen des Kaisers Hadrian*, Vienne, 1881.

3. « *Hoc anno* (840) *memorabile atque insigne opus, quod Forum vetus vocabatur, Lugduni corruit, ipso die intrantis autumni, quod steterat a Trajani* (Trajan ou Hadrien) *imperatoris tempore, per annos fere septingentos.* » V. de Colonia, p. 288, et Steyert, p. 270.

avec d'importants agrandissements peu après l'incendie, puis interrompue par les troubles de la fin du règne de Néron et des règnes éphémères qui ont suivi, reprise mollement sous les premiers Flaviens, s'est poursuivie avec plus de vigueur sous Domitien, pour s'achever avec magnificence sous les premiers Antonins. Sous le nom de forum, il ne faut pas, en effet, entendre une esplanade vide, mais tous les monuments que supportait cette place et qui l'environnaient. Ce devait être un splendide assemblage de portiques, de colonnes isolées, de temples, d'édifices grandioses de toute sorte, qui n'avaient pu se bâtir en un jour.

Telle fut, jusqu'à la fin du second siècle, la ville de Lyon, se déployant, animée et opulente, au pied de cet imposant forum, admirée des nations, célèbre dans le monde entier. Mais cette gloire allait bientôt s'obscurcir et cette fortune s'affaisser.

Phases successives du déclin. — La première atteinte y fut portée sous le règne de Septime-Sévère. Sévère avait été gouverneur de la province sous Commode, et son administration avait été juste et sage. Pourtant, quelques années après son avènement à l'empire, Lyon se déclarait ouvertement pour son rival, Albin. Celui-ci, qui avait été adopté et associé à l'empire par Sévère lui-même, mais qui supportait impatiemment de n'occuper que la seconde place, avait quitté la Bretagne, où il commandait les armées, pour s'installer à Lyon et s'y faire proclamer Auguste. Sévère vint l'y surprendre, et le vainquit dans une formidable bataille engagée, croit-on, non loin de la ville, et à la suite de laquelle, Albin, en déroute, se suicida. Mise au pillage, incendiée, dévastée par les troupes victorieuses, la grande cité avait encore trop de vitalité et de force pour en être entièrement abattue. Elle se releva, son industrie prospéra de nouveau[1], des immigrations la repeuplèrent, ses spectacles continuèrent d'attirer une foule nombreuse[2]. Septime-Sévère ne continua pas à lui faire sentir les effets de sa rigueur. Caracalla, qui y était né, n'eut même pour elle que de la bienveillance. Mais son prestige avait reçu un coup fatal. L'esprit d'initiative,

1. Sur l'extension des établissements industriels à cette époque. (V. Steyert, p. 435.)

2. Les citoyens, isolés ou en corporation, contribuent de leurs deniers à agrandir ou à restaurer les arènes de spectacles. C'est ainsi que la corporation des centonaires rétablit au cirque, à ses frais, cinq cents places, supprimées ou endommagées (V. de Boissieu, p. 466).

âme d'une collectivité qui grandit, s'atténua, s'atrophia. L'ère des grands accroissements et des grands travaux était passée. On ne songea plus bientôt qu'à entretenir et à réparer les ouvrages déjà existants, tels que les aqueducs. Bien qu'aucune inscription ne mentionne pour ceux-ci de détériorations et de restitutions, il nous suffit de voir, soit par le texte de Frontin, soit par les documents épigraphiques de Rome, combien de fois on dut restaurer ou même refaire sur de longs parcours les aqueducs de la métropole, pour nous convaincre que les mêmes nécessités s'imposèrent à Lyon.

De nombreux troubles politiques, au troisième siècle, détachèrent pendant quelque temps la Gaule, non pas de la domination romaine, puisque les deux races ont entièrement fusionné de sang et de mœurs, ou plutôt que les mœurs sont toutes romaines dans un peuple à moitié romain, mais du pouvoir central de Rome. La Gaule romaine commence à sentir le besoin de se défendre par elle-même des barbares qui déjà franchissent les frontières et menacent son territoire. La stabilité, la sécurité ne sont plus assurées pour Lyon, ville de commerce, à qui la confiance et la paix sont nécessaires. Et c'est la décadence qui se prépare. Les princes illyriens, Aurélien, Probus, rétablissent l'unité de l'empire et se font respecter au dehors. Mais on sait qu'Aurélien punit Lyon de ne pas s'être rallié à son autorité, et par une répression presque aussi terrible que celle que lui avaient fait subir les troupes de Sévère (273). La ville, cette fois, n'a plus assez de ressort pour s'en relever. C'est la décadence qui s'affirme. Un peu plus tard, après une nouvelle velléité d'indépendance presque aussitôt contenue par la main ferme de Probus (280), celui-ci s'avise de révoquer l'édit de Domitien qui avait interdit la culture de la vigne dans les trois Gaules. Cette fois, avec l'appauvrissement de la corporation des *vinarii*, l'affaiblissement de celle des *nautae*, que les transports de vins enrichissaient plus que tout le reste, c'est la décadence qui se précipite.

Sous Dioclétien, le reste de prestige que Lyon avait conservé par l'étendue de la province dont elle était la capitale, s'éteint tout à coup par la réforme impériale. Plus de colonies, plus de municipes, plus de cités privilégiées ; un système uniforme d'administration ; l'empire divisé en quatre préfectures, la

préfecture des Gaules ayant à Trèves le siège de son gouvernement ; l'ancienne Lyonnaise divisée en deux, puis en quatre : telle fut la constitution de Dioclétien, qui fit descendre Lyon au rang de vingt autres villes de l'empire. Enfin, avec l'avènement officiel du christianisme, c'en est fait des cérémonies de l'autel de Rome et d'Auguste. Lyon, par sa population, par tout ce que lui a donné le passé, tiendra toujours une place marquante. Mais son règne est bien fini.

Les aqueducs pendant cette période. Invasions d'Alamans. Les Burgondes. — Quant aux travaux qui ont tant embelli la cité, quant à ces aqueducs dont elle a pu se glorifier à juste titre, croyons qu'ils ont résisté et fonctionné longtemps encore, malgré l'organisation de moins en moins forte des services publics et la diminution de la richesse et du luxe chez les particuliers. La ville de Lyon n'eut pas trop à souffrir des invasions barbares. Il y eut bien, au IV^e^ siècle, de grands ravages exercés dans toute la région par des bandes d'Alamans qui, descendues en suivant la vallée de la Saône, avaient tenté de surprendre Lyon. Mais la ville était encore trop solidement fortifiée et elles s'étaient répandues tout autour. On croit que plusieurs localités importantes du pays des Ségusiaves, telles que Roanne et Feurs, furent pillées et ruinées. Les aqueducs ne durent donc pas échapper aux ravages de ces hordes. Mais, comme elles ne firent que passer comme un torrent pour aller se disperser et se faire anéantir dans le Midi, les destructions ne purent être que partielles et furent assez faciles à réparer. Il est bien probable cependant que, la population étant déjà considérablement réduite, et devant aller plus tard sans cesse en diminuant, les aqueducs ne furent plus entretenus que dans la mesure où leur état leur permettait de fournir une alimentation à peu près suffisante. A quoi eût servi la profusion d'autrefois ?

Quant à l'invasion burgonde, elle fut inoffensive pour Lyon. Ce furent les Lyonnais eux-mêmes qui, irrités de la déposition de l'empereur Avitus, et ne voulant pas se soumettre à Majorien, appelèrent chez eux les Burgondes en 456. Majorien reprit la ville à ces derniers, mais ils s'y réinstallèrent après sa mort, sans blesser autrement que par une certaine grossièreté d'aspect et de mœurs la population habituée aux raffinements délicats de la

civilisation. Le règne de Gondebaud fut même pour Lyon une époque de prospérité relative. Ce roi s'efforça d'acquérir la culture romaine, entretint un rhéteur à sa cour, rechercha les dignités patriciennes et, désirant avoir en quelque sorte l'investiture, fit figurer sur ses monnaies l'effigie de l'empereur. Il entreprit de nombreuses constructions, églises, édifices divers, travaux d'intérêt public. Faut-il lui attribuer, comme le veut M. Steyert, l'aqueduc de Miribel ? Il en sera dit quelques mots plus loin.

Les Sarrasins. Destruction des aqueducs. — Après Gondebaud, le royaume burgonde disparaît, à la suite de la guerre entre les fils de ce roi et les fils de Clovis. Ceux-ci, vainqueurs, se partagent les états des vaincus, et Lyon échoit au roi de Paris, Childebert. Ici commence, pour l'histoire de Lyon, une période fort obscure, qui se termine par un événement considérable, mais sur lequel les documents sont encore plus vagues que sur les faits précédents. Il s'agit de l'invasion sarrasine. Pendant sept ou huit ans à peu près, de 725 à 732, date de leur écrasement par Charles-Martel, les Sarrasins, venus de Narbonne, et ayant remonté la vallée du Rhône, furent les maîtres absolus du pays, depuis la Méditerranée jusqu'à Autun. Il faut que leur passage se soit signalé par je ne sais quoi de sinistre, de farouche et d'étrange pour que leur nom, transmis dans les campagnes de génération en génération, soit resté si profondément gravé dans la mémoire du peuple. Il ne faut pas hésiter à leur attribuer, dans notre région du moins, la plus grande part aux ruines qui amenèrent une si longue époque de désolation et de misère. Comme ceux de Nîmes et de Fréjus, les aqueducs de Lyon périrent par eux. Et par une bizarre et inconsciente ironie, c'est leur nom que le paysan donne partout chez nous aux vestiges de ces grands travaux exécutés par les Romains. Le canal des *Sarrasins*, le pont des *Sarrasins*, la *Sarrasinière*, voilà les termes qu'il faut employer pour se faire comprendre quand on veut avoir, dans la campagne, une indication sur les traces qui, çà et là, subsistent encore. Le bienfaiteur édifie, le bandit renverse : c'est le nom du bandit qui reste populaire.

CHAPITRE II

LE RÉSEAU DES AQUEDUCS

§ I. — Les eaux de la région lyonnaise.

Affluents de droite de la Saône et du Rhône dans la région lyonnaise. Topographie de cette région. — A peine le Rhône après s'être dégagé des défilés du Bugey a-t-il pu étaler enfin librement son cours dans une large plaine en reprenant sa direction primitive de l'est à l'ouest, qu'il est obligé d'effectuer encore un coude brusque pour couler, cette fois définitivement, du nord au sud. Un peu en amont de Lyon, il vient, en effet, se heurter contre le talus oriental du plateau de Dombes, derrière lequel glisse doucement la Saône. Celle-ci ayant trouvé un passage entre l'extrémité effilée de ce plateau (colline de Saint-Sébastien ou de la Croix-Rousse) et la colline de Fourvière, continue à couler au pied de cette dernière et des hauteurs de Saint-Irénée et Sainte-Foy-lès-Lyon, qui en sont le prolongement. Cette ligne de coteaux, dont le sol est formé d'alluvions sablonneuses, de graviers et de cailloux roulés, fait partie de ce que l'on considère comme la moraine terminale des glaciers de la période quaternaire. De Vaise à Oullins, elle forme une sorte de bourrelet en bordure du plateau qui relie le versant oriental de monts dits du Lyonnais au massif du Mont-d'Or. Entre ce bourrelet et le plateau règne une étroite dépression demi-circulaire, à deux pentes opposées, par où s'écoulent au nord, à Vaise, dans la Saône, le *ruisseau des Planches* ou d'*Ecully*, au sud à Oullins,

dans le Rhône, la rivière d'*Iseron*. C'est cette dépression qu'ont été forcés de franchir par le moyen de siphons, pour arriver à Fourvière, les quatre aqueducs romains (V. Pl. II, *carte nouvelle* à la fin du volume).

Le Rhône, aussitôt son coude formé, entre dans Lyon presque parallèlement à la Saône, se rapproche d'elle insensiblement, et la saisit au sortir de la ville, un peu avant Oullins. Après avoir suivi, d'Oullins à Givors, une seconde ligne de collines de formation quartenaire séparées, comme la première, du plateau lyonnais par l'extrémité d'une vallée, celle du *Garon*, et après avoir reçu l'apport de cette rivière et celui du *Gier*, le fleuve passe au pied du massif granitique du Mont Pilat, haut et puissant contrefort des Cévennes, formant trait d'union entre cette chaîne et les chaînons plus modestes du Jarez et du Lyonnais. Entre ceux-ci et le Pilat s'ouvre seulement l'étroite vallée du Gier, dont le fond et les bords, dans sa partie moyenne, sont constitués par le terrain houiller.

La région lyonnaise proprement dite s'arrête au sud à cette vallée. Au nord, elle est limitée, à la hauteur d'Anse-sur-Saône, par une dépression qui existe entre le *Mont-d'Or*, les *monts du Lyonnais* et le plateau intermédiaire d'une part, les *monts du Beaujolais* d'autre part. A cette dépression aboutissent, d'un côté, la vallée de l'*Azergue*, limite du Beaujolais, et celle de son affluent la *Turdine*[1], de l'autre celle de *la Brévenne*, autre affluent de l'Azergue, qui longe le versant occidental des monts du Lyonnais, et un peu au delà de laquelle commence la région forézienne.

Tous ces cours d'eau, en particulier Brévenne, Iseron, Garon et Gier, reçoivent un nombre considérable d'affluents. Ceux de la Brévenne, sur la rive droite que côtoie l'aqueduc romain, sont multiples, mais individuellement peu importants : un des principaux est l'*Orgeolle*, dont nous aurons à nous occuper spécialement. L'Iseron a pour tributaire le *Ratier*, appelé aussi ruisseau *de Charbonnières* ou ruisseau *d'Alaï*, grossi du ruisseau de *Méginan* et du *Mercier*, ou ruisseau de *Saint-Genis-les-Ollières*. Dans le

1. En réalité, la Turdine se jette, non pas directement dans l'Azergue, mais dans la Brévenne, à l'Arbresle, très peu en amont de l'embouchure de ce dernier cours d'eau.

Garon se jettent le *Furon* et le *Merdançon*. Le *Mornantet* est un ruisseau presque indépendant qui n'aboutit au Garon que tout près de son embouchure, au-dessus de Givors. Parmi les affluents du Gier qui descendent des *monts du Jarez*, sont à noter le *Bosançon*, formé de deux branches, petit et grand Bosançon ; le *Feloing*, la *Durèze*, qui aboutissent, l'un à Rive-de-Gier, l'autre un peu en amont (cette dernière reçoit, près du village de Chagnon, le *Trévin* et le *Feuillet*) ; le ruisseau *des Arcs ;* et enfin le *Janon*, qui, venant de Terrenoire, rejoint le Gier à Saint-Chamond, après avoir reçu le *Langonan*. Quant aux affluents de rive droite du Gier, le seul intéressant pour nous est le *Ban* qui, descendant comme lui des sommets du Pilat, s'y jette avant la prise d'eau des Romains.

Le massif du Mont-d'Or. — Il n'a pas été question jusqu'ici des cours d'eau du Mont-d'Or, qui forment un groupe à part comme le massif dont ils sont issus, trop voisin de la Saône pour donner naissance à de grosses rivières. Mais ce massif est tout échancré de profondes et pittoresques vallées, au fond desquelles des sources nombreuses font jaillir de clairs ruisseaux, entre autres le *Toux*, les deux *ruisseaux d'Arche*, dont l'un dit de *Roche-Cardon*, et celui de *Limonest*. Ajoutons-y, comme tributaire également de la Saône, le ruisseau *des Planches*, dont il a été fait mention plus haut, et qui descend, non du Mont-d'Or, mais des hauteurs de *Dardilly*, appartenant au plateau intermédiaire entre le Mont-d'Or et les monts du Lyonnais.

Le Mont-d'Or est à part aussi à cause de sa constitution géologique, toute différente de celle des autres montagnes d'où découlent les rivières et ruisseaux ci-dessus énumérés. Ce sont, en effet, des roches primitives, c'est-à-dire des gneiss et des micaschistes qui forment la masse principale des montagnes de la région lyonnaise, c'est-à-dire les chaînes de Riverie, Duerne, Iseron, Sourcieux, comme aussi le versant nord du Pilat. Ces roches primitives sont traversées çà et là par des bandes ou des recouvrements de granit, tels que la traînée de granit porphyroïde qui part de la rive droite de la Brévenne entre Courzieu et Chevinay, et va se terminer contre les flancs du Mont-d'Or à

Limonest, en englobant les hauteurs de Saint-Bonnet, les pentes de Pollionnay, la vallée de Charbonnières et le plateau de Dardilly ; tels aussi que le granit syénitique des environs de Tarare. Mais le massif du Mont-d'Or se distingue en ce qu'il est tout entier de formation sédimentaire, de l'époque jurassique. On y trouve presque tous les étages de cette période : *l'infra-lias*, représenté par des bandes de marne et d'argile plus ou moins ferrugineuse, des calcaires magnésiens jaunes ou rouges, au nord du mont Verdun, et aux alentours de Saint-Didier et de Saint-Cyr-au-Mont-d'Or ; le *sinémurien*, avec ses calcaires à gryphées arquées, donnant une assez bonne pierre de taille qui est exploitée en grand dans les carrières de Saint-Fortunat (vallon d'Arche) ; le *lias*, à calcaires généralement marneux et ferrugineux, jaunâtres ou rougeâtres, dans cette même région ; le *toarcien*, à calcaire oolithique formant, à mi-hauteur du mont Cindre, du mont Toux et du mont Verdun, une ceinture de faible largeur, mais très continue ; enfin, le calcaire à entroques du *bajocien*, exploité dans la carrière de Couzon. Seuls les étages supérieurs, *bathonien*, *oxfordien*, *kimméridien* et *portlandien* font défaut.

Qualité des eaux des montagnes lyonnaises. — Les eaux du Mont-d'Or, parmi toutes celles qui alimentaient les anciens aqueducs de Lyon, étaient seules susceptibles de former quelques dépôts ; encore ces dépôts étaient-ils peu considérables, ainsi que nous le constaterons. Toutes les eaux issues de terrains calcaires en donnent un peu. La composition de celles-ci n'en est nullement altérée. Elles sont, comme toutes les autres qui ont été captées pour Lugdunum, très pures, très fraîches, bien aérées et très agréables à boire.

L'analyse chimique, l'examen microscopique des dépôts, ainsi que l'analyse bactériologique, ont prouvé effectivement que ces eaux des montagnes du Lyonnais étaient d'une exceptionnelle qualité. D'après la classification générale des eaux, actuellement adoptée par le Comité consultatif d'hygiène de France, et reproduite ci-après, on verra que celles du Gier, dont je fournis une analyse par comparaison, recueillies à leur descente des sommets du Mont Pilat, peuvent être classées parmi les plus pures qui soient.

DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS	EAU PURE	EAU POTABLE	EAU SUSPECTE	EAU MAUVAISE
Degré hydrotimétrique total	0° à 15°	15° à 30°	plus de 30°	plus de 100°
— après ébullition	2° à 5°	5° à 12°	12° à 18°	— 20°
Chlore, par litre	moins de 15mgr	moins de 20mgr	50 à 100mgr	— 100mgr
Acide sulfurique, par litre.	2 à 5mgr	5 à 30mgr	plus de 30mgr	— 50mgr
Mat. organiques en milligr., p. lit.	moins de 1mgr	moins de 2mgr	de 3 à 4mgr	— 4mgr
Produits volatils au rouge sombre	— 15mgr	moins de 40mgr	40 à 70mgr	— 70mgr
Nombre de bactéries p. centim³	— 1.000	1.000 à 5.000	plus de 10.000	— 100.000

D'après l'analyse faite en 1866, des eaux du Gier à leur source, voici leur composition[1] :

Acide sulfurique	0gr,00354
Acide chlorhydrique	0, 00500
Acide silicique, et résidus insolubles dans l'eau	0, 14900
Chaux	0, 01250
Magnésie	traces
Alcalis	0, 02406
Matières organiques	traces (moins de 1 mg.)

Cette analyse ne donne pas le degré hydrotimétrique ; mais

1. Le tableau ci-dessous donne le résultat moyen des analyses effectuées en 1892 et 1893 par MM. Albert Lévy et P. Miquel pour les eaux de Paris (Milligrammes par litre).

	DHUIS	VANNE	AVRE	SEINE
Matière organique, en oxygène	1	0,4	0,4	2,8
Carbonate alcalino terreux, en acide carb.	99.50	89,00	71,50	81,00
Acide carbonique demi-combiné	90 00	81,7	60,6	75,3
— sulfurique	7,4	2,7	6	10,3
— azotique	13,00	11,9	10,4	9,00
Chlore —	7,7	5,00	16,00	6,3
Silice —	11,9	10,00	15,2	7,8
Chaux —	113	114	95	103,8
Magnésie	14,7	2	4,2	5
Fer et alumine	1	0,7	0,7	1,1
Potassium	0,9	1,7	0,6	3,9
Sodium	6	3,7	6,2	5,4

comme on sait qu'un degré hydrotimétrique correspond à 0ᵍ,0057 de chaux, on en conclut que 0ᵍ,01250 représente à l'hydrotimètre 2°,193. Le nombre de bactéries n'a pas été recherché non plus en 1866. Mais il est certain, d'après la quantité absolument minime de matières organiques, et d'après l'opinion de plusieurs médecins consultés à ce sujet, que ce nombre est fort au-dessous de 1.000 par centimètre cube.

Voici les résultats obtenus à l'hydrotimètre en 1859, par M. Seeligmann[1], pour les affluents de la Brévenne et pour le Gier, d'une part; d'autre part, pour le Rhône, la Saône, la Seine; j'y joins le degré pour les eaux d'aqueducs alimentant actuellement Paris :

Ruisseau de l'Orgeolle (origine de l'aqueduc romain de la Brévenne)..	2°
— du Rossand (affluent de la Brévenne, près de Montromand)..	0°,75
— de la Barge — —	0°,75
— du Sotison — près de Courzieu....	2°
Source du Gier.....	2°
Rhône, à Lyon.....	13°
Saône, —	15°
Seine, à Paris.....	17°,7
Aqueduc de la Vanne.....	19°,8
— de la Dhuis.	24°,6
— de l'Avre.....	15°

Suivant Boussingault, une eau potable doit contenir par litre, pour être, comme on dit, aérée, de 20 à 50 centimètres cubes d'un mélange gazeux composé d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique. La proportion d'oxygène doit y être supérieure à celle que contient l'air atmosphérique; quant à l'acide carbonique, une bonne eau en contient presque toujours une petite proportion, 5 à 10 °/₀ du mélange gazeux, ce qui relève un peu la saveur du liquide. La dose d'ammoniaque ne doit pas dépasser un milligramme par litre; les carbures et l'hydrogène sulfuré doivent en être totalement absents.

1. *Essai chimique sur les eaux potables, approprié aux eaux de la ville de Lyon*, publié dans les *Annales des Sciences physiques et naturelles, d'Agriculture et d'Industrie de Lyon.*

Or, un litre d'eau du ruisseau de l'Orgeolle (origine de l'aqueduc de La Brévenne) renferme [1] :

Oxygène	6 cent. cubes
Azote	15,15 cent. cubes
Acide carbonique	1cc,5

La proportion est conforme à la règle ci-dessus, puisqu'elle est de $^2/_5$ d'oxygène pour 1 d'azote, 7 °/₀ d'acide carbonique [2]. L'eau du Gier contiendrait une proportion d'oxygène un peu plus forte. Ce sont donc là des eaux parfaitement aérées [3].

Régime hydrologique actuel du Lyonnais. — Nous chercherons plus loin à déterminer le débit des divers aqueducs antiques de Lyon au moyen des éléments fournis par l'observation des conduites elles-mêmes. Mais il est une méthode d'évaluation *a priori*, à la vérité seulement approximative, et même d'autant moins exacte que nous ne nous trouvons plus tout à fait dans les conditions climatologiques et hydrologiques d'autrefois; méthode que l'on peut essayer pourtant à titre de comparaison ou de contrôle, puisque aussi bien les Romains ont dû l'employer, et qu'elle nous permet de reprendre, dès le début, toutes les phases de leur travail. C'est de considérer le débit des cours d'eau que l'on se proposait alors d'utiliser pour ces aqueducs.

La première question qui se pose en effet à l'origine de tout projet d'adduction d'eau est celle-ci : telle rivière, telle source donnant une eau de la qualité voulue, quelle quantité cette rivière ou cette source peut-elle en fournir? C'est sur cette évaluation que l'on se guide pour déterminer les dimensions de la conduite et des réservoirs.

Le climat de Lyon est généralement assez pluvieux. Sur les montagnes d'où s'échappent les cours d'eau en question, la neige

1. Seeligmann, *ouvr. cité.*

2. L'air atmosphérique contient 79 °/₀ d'azote et 21 °/₀ d'oxygène avec des traces (quelques dix-millièmes) d'acide carbonique. Le rapport O/Az est donc de $^1/_5$ au lieu de $^2/_5$ que nous constatons ici pour le gaz contenu dans l'eau de l'Orgeolle, conformément aux indications de Boussingault.

3. On n'y trouve aucun autre élément gazeux, c'est-à-dire ni ammoniaque, ni sulfure ou carbure d'hydrogène.

tombe en abondance pendant plusieurs périodes de l'hiver, qui se répartissent du mois de décembre au mois d'avril dans les années normales, et quelquefois de novembre à mai ; les sommets et les versants du Pilat surtout en reçoivent et en conservent des couches épaisses. On a souvent aussi de longues pluies de printemps et d'automne. Les orages d'été y déversent également des masses d'eau considérables, mais d'une façon irrégulière, très variable suivant les années. En consultant les statistiques que fournissent les udomètres installés en de nombreux points de la région, on constate ce qui suit :

1° La hauteur d'eau tombée annuellement varie suivant les altitudes ; elle est de $0^{m},50$ à 1 mètre dans les régions basses (100 à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer), de 1 mètre à $1^{m},50$ dans les régions élevées (au-dessus de 500 mètres). Or, les sommets du Mont Pilat ont de 1.200 à 1.400 mètres d'altitude, ceux des monts du Jarez et du Lyonnais 700 à 900 mètres, ceux du Mont-d'Or de 500 à 600 mètres. Les sources d'où s'échappait l'eau captée par les aqueducs romains, étant à peu près toutes dans les zones élevées, pouvaient donc, en admettant que le sous-sol fût à même de s'imprégner suffisamment, faire de copieuses provisions.

2° Les pluies d'été, comme il est dit plus haut, souvent abondantes, font en d'autres années presque complètement défaut. D'ailleurs, quelles que soient leur fréquence et leur importance, ces pluies d'été s'écoulent toujours à présent de façon torrentielle, et ne suffisent pas à assurer aux cours d'eau la régularité d'un fort débit. Le Gier, par exemple, au-dessus d'Izieux, grossi de la rivière du Ban, n'a, pendant trois mois, qu'un débit moyen de 80 à 100 litres par seconde [1], qui s'est réduit, lors de certains étés exceptionnellement secs, à 25 litres.

3° Mais d'autre part, ces montagnes, tout en étant encore relativement bien garnies de végétation, ont été, sans aucun doute, considérablement déboisées depuis l'époque gallo-romaine. Elles devaient alors être entièrement revêtues d'épaisses forêts, ce qui donnait beaucoup plus de richesse et de constance au régime des eaux.

1. V. la note 1 de la page suivante

Débit actuel des cours d'eau utilisés pour Lyon à l'époque romaine. Débit des quatre aqueducs estimé *a priori*. — Voici en tous cas quelques renseignements sur les débits actuels des rivières et ruisseaux que les Romains avaient captés pour Lugdunum.

D'après les calculs faits en 1864 à l'occasion du projet de barrage-réservoir sur le Ban, affluent du Gier, pour la ville de Saint-Chamond[1], cette rivière amène au barrage un volume annuel de près de neuf millions de mètres cubes[2], soit près de 25.000 mètres cubes en moyenne par 24 heures. Le débit du Gier, avant la réunion des deux cours d'eau, est sensiblement le même.

Les statistiques officielles du département du Rhône, que l'obligeance de M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées m'a permis de consulter, indiquent pour la rivière d'Iseron à son embouchure un débit moyen de $0^{mc},260$, soit par 24 heures 22.464^{mc}; pour la Brévenne, avant sa jonction avec la Turdine $0^{mc},132$, soit par 24 heures 11.406^{mc}. Quant aux ruisseaux descendant du Mont-d'Or, ils ont, comme débit par seconde en temps ordinaire, d'après ces mêmes statistiques :

Ruisseau du Toux	$0^{mc},011$
Ruisseau de Saint-Romain (1er ruisseau d'Arche)	$0^{mc},013$
Ruisseau du Pomet	$0^{mc},005$
Ruisseaux de Roche-Cardon (2e d'Arche) et de Limonest	$0^{mc},020$
TOTAL	$0^{mc},049$

soit par 24 heures 4.233^{mc}.

En additionnant ces débits, du Gier en amont d'Izieux, de la Brévenne en amont de la Turdine, de l'Iseron à son embouchure et des ruisseaux du Mont-d'Or, on arrive aux alentours de 80.000 mètres cubes. Ce chiffre nous donne une idée, mais une idée seulement, de ce qui pouvait être recueilli par les aqueducs romains. Il faut faire les remarques suivantes :

1° Comme il est dit ci-dessus, les débits moyens, en raison de la végétation, étaient alors beaucoup plus considérables. Nous

1. Ces calculs figurent dans un rapport de M. Adrien de Montgolfier, directeur général de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, à cette époque ingénieur des Ponts et Chaussées du département de la Loire, et auteur du projet.

2. Exactement 8.832 000 mètres cubes.

n'avons, à vrai dire, sur ce point, aucune donnée précise. Mais on n'exagérerait probablement pas en les supposant doubles de ceux d'aujourd'hui. D'autre part, l'aqueduc du Gier, comme nous le verrons, ne prenait pas seulement les eaux de cette rivière au-dessus d'Izieux, mais celles du Janon, du Langonan et des ruisseaux de la vallée de Chagnon, ce qui devait bien augmenter son débit de près d'un tiers.

2° Mais, en revanche, l'aqueduc de la Brévenne récoltait seulement les affluents de rive droite de cette rivière, et l'aqueduc de Craponne seulement les affluents de rive gauche de l'Iscron. Enfin, on laissait bien s'écouler une certaine quantité d'eau dans le lit des rivières.

Il y a donc une sorte de compensation qui ramène aux alentours du chiffre indiqué plus haut. On se tiendrait dans des limites vraisemblables en estimant ainsi *à priori* entre 50 et 100.000 mètres cubes par jour le volume d'eau que pouvaient fournir ensemble les quatre aqueducs antiques de Lyon.

§ II. — Tracé de l'aqueduc du Mont-d'Or.

Le groupe compact de montagnes qui domine la rive droite de la Saône sur une quinzaine de kilomètres immédiatement en amont de Lyon et qui doit peut-être son nom de *Mont-d'Or*, soit aux rochers jaunâtres çà et là mis à nu sur ses flancs par des carrières depuis longtemps exploitées, soit à ses vertes prairies que le soleil fait miroiter de reflets scintillants [1], échelonne ses larges gradins autour de trois sommets : au nord, le *mont Verdun*, dont le front est tourné vers Trévoux et la plaine d'Anse ; en arrière, le *mont Toux*, qui forme le centre du massif et dans les contours duquel se creusent les sinuosités des principales vallées ; au sud, le *mont Cindre*, qui regarde la ville de Lyon [2].

1. C'est du moins apparemment pour un de ces motifs que le nom s'est transformé et que de mont *Tour* qu'il s'appelait autrefois le massif est devenu mont *d'Or*. Au XIV^e^ siècle, les villages que nous aurons à mentionner dans cette région, Saint-Cyr-au-Mont-d'Or, Saint-Didier-au-Mont-d'Or, se nommaient *Saint-Cyr-en-Mont-Tour*, *Saint-Didier-en-Mont-Tour*, etc. *Mont-Toux* est sans doute aussi une corruption de *Mont-Tour*. Aussi l'orthographe Mont-Toux vaut-elle mieux que Mont-Thou, comme on l'écrit quelquefois.

2. V. Pl. I, à la fin du volume, la reproduction de la carte dressée par Artaud d'après les indications perdues de Delorme, et Pl. II, le tracé complet des quatre aqueducs, d'après les recherches de la présente étude.

Sur l'aqueduc qui amenait à Lyon l'eau de ces montagnes, Delorme[1] se contente de la mention que voici :

« Le Mont-d'Or fixa d'abord le premier dessein des Romains. Deux branches d'aqueducs embrassèrent tout ce groupe de montagnes et recueillirent les eaux, l'une depuis Poleymieu jusqu'à Saint-Didier, en passant sur les collines qui regardent la Saône, dans les paroisses de Curis, Albigny, Couzon, Saint-Romain, Collonges et Saint-Cyr ; et l'autre depuis Limonest jusqu'à Saint-Didier. Ces branches réunies formèrent une tige d'aqueducs qui passait à Ecully, au Massut et à Saint-Irénée, où elle se terminait je ne sais en quel endroit ; mais il en subsiste encore un reste sous le carrefour du chemin de Francheville et de Tassin[2]. »

Flacheron[3] est plus explicite. Sans préciser exactement le parcours, il s'attache surtout à décrire la forme et les dimensions de la section du canal, ayant pu mesurer celui-ci en un point où il était coupé par un chemin qu'on venait d'ouvrir pour desservir une carrière, au-dessus du village de Couzon. Cette section est représentée ci-contre (fig. 1). M. Gabut[4] donne sur le parcours beaucoup plus de détails. Il signale les différents points où il a vu l'aqueduc à découvert, plus ou moins endommagé,

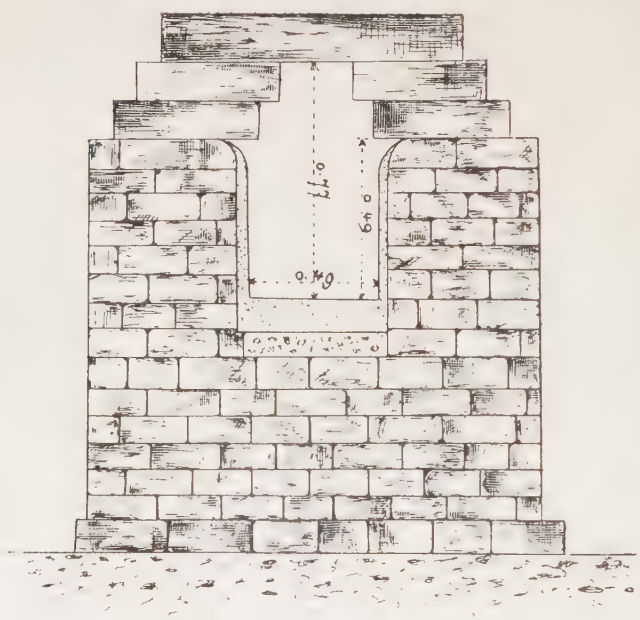


Fig. 1. — Section de l'aqueduc d'après Flacheron.

1. Sur Delorme, v. ci-dessus, *Introd.*, p. VIII.
2. *Ouvr. cité*, p 4.
3. V. ci-dessus, *Introduction*, p. X.
4. *Revue du Lyonnais*, octobre 1889.

donne la cote d'altitude de ces points, soit d'après des nivellements partiels antérieurs, soit d'après une carte avec courbes de niveau, et désigne les propriétés où ils se trouvent. J'ai suivi le même trajet depuis l'origine de l'aqueduc, et, outre ces points, j'en ai reconnu quelques autres. J'ai pu également déterminer plusieurs cotes d'altitude, par un nivellement rapporté à la plaque de la mairie de Saint-Didier-au-Mont-d'Or.

De Poleymieu à Curis. — L'origine de la conduite se trouve entre le mont Verdun et le mont Toux, à la fontaine dite précisément *fontaine de Toux*. Cette fontaine, située à la cote 350, et à 500 mètres de distance en amont de la partie basse du village de Poleymieu [1], jaillit d'un petit réservoir qui, malgré l'opinion de Flacheron, est, au moins en partie (car il a été restauré à une époque déjà ancienne), de construction romaine. La figure 2 en représente sommairement l'aspect et en donne les dimensions principales. Ce réservoir n'entoure pas la source, qui est captée à quelques mètres plus haut, dans un espace muré que surmonte une voûte, et qui communique avec le réservoir par un chenal étroit, difficilement accessible. Mais cette source elle-même n'est pas unique. D'après certains indices, on reconnaît que des rigoles ou des drains de captage doivent la relier à une autre source située plus haut, à la cote 400, la source des *Gambins*. L'eau de la fontaine alimente un lavoir et en sort pour former le ruisseau du Toux. Elle s'échappe avec rapidité en une gerbe qui est bien, comme dit Flacheron, de la grosseur de la cuisse d'un homme et indique un débit de 10 à 20 litres par seconde [2].

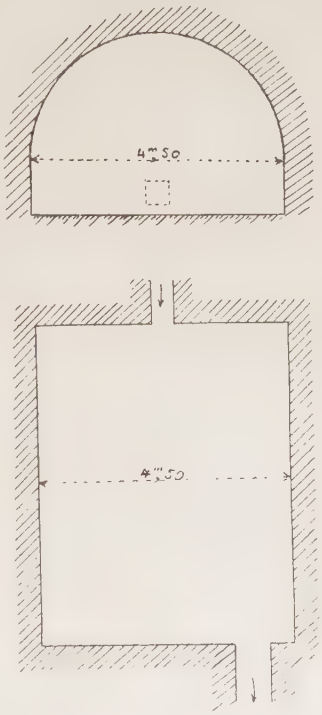


Fig. 2. — Réservoir de Toux.

1. Ce village comprend, en effet, deux groupes de maisons : l'un dans la vallée, Poleymieu-le-Bas, l'autre sur le versant, Poleymieu-le-Haut.

2. La statistique des ponts et chaussées (voir ci-dessus, p. 48) indique 11 litres ; ce chiffre me semble un peu faible pour un débit moyen.

De cet endroit même part un sentier à flanc de coteau, sensiblement de niveau pendant quelques centaines de mètres et qui marque la direction de l'aqueduc, depuis longtemps démoli aux abords du réservoir. Plus loin, certaines entailles dans le rocher, de distance en distance, aident à reconnaître la place de son passage. Mais le premier point où il ait laissé des vestiges distincts est à un kilomètre de l'origine, à peu près, au voisinage d'un chemin qui descend du hameau de *La Roche,* et atteint à l'endroit appelé *La Blache* la route de Poleymieu à Curis. Ces vestiges se réduisent à un massif de maçonnerie faisant saillie au-dessus du sol, à une hauteur de 1^{m},50 environ, mais dépouillé de son parement, à moitié enseveli sous une couche de terre végétale et une haie touffue dont les racines l'ont désagrégé. Ce massif supportait la cuvette de l'aqueduc, qui a été détruite. Sa longueur est d'une vingtaine de mètres ; il formait trait d'union entre deux travées souterraines, ou du moins en tranchée recouverte. Comme dans la plupart des aqueducs, aussi bien modernes qu'anciens, les constructions hors de terre sont en effet l'exception, et la canalisation est en sous-sol dans la plus grande partie de sa longueur.

Un peu au delà de La Blache, au bord et à droite de la route en descendant vers Curis, d'importantes carrières ont été ouvertes il y a peu de temps. Leur exploitation a tranché le canal dont on voit, à 20 ou 25 mètres au-dessus du terre-plein de la carrière et à 1^{m},50 au-dessous de son sommet, dans la muraille abrupte du rocher entaillé, se dessiner nettement la section et s'enfoncer le specus. En bas, parmi les quartiers de roches abattues, gisent de tous côtés des blocs de béton rougeâtre, de grands lambeaux de parois à la surface lisse avec ses reliefs et ses creux qui dessinent le profil géométrique de la section. Celle-ci (fig. 3) est à peu près conforme au dessin de Flacheron (v. fig. 1, p. 50), sauf qu'au lieu de trois dalles posées en encorbellement, il n'y en a qu'une seule reposant sur les deux piédroits à rebords évasés,

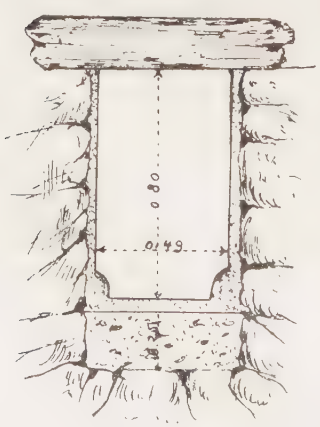


Fig. 3. — Profil de la section aux carrières de La Blache.

et que ceux-ci ont 80 centimètres de hauteur, au lieu de 50 environ. Une couche de ciment de 25 millimètres, formée de chaux et de fragments de tuileaux de la grosseur d'un pois, recouverte elle-même d'une deuxième couche d'un à deux millimètres faite avec du tuileau pulvérisé et soigneusement polie à la surface, constitue le revêtement des parois latérales et du radier. Ce dernier est, en outre, renforcé en dessous par une couche de béton épaisse de 25 centimètres. Aux angles des piédroits et du radier, règne un bourrelet en ciment comme le reste du revêtement, destiné à garantir ces angles. Comme ici le canal est creusé dans la roche compacte, il n'y a pas d'enveloppe de maçonnerie. Dans le dessin de Flacheron, au contraire, autour de la coque intérieure, est une maçonnerie de petits matériaux assemblés au mortier de chaux et de sable et qui présente à la base et latéralement une épaisseur uniforme de 50 centimètres, le tout portant sur une espèce de pavage en pierres sèches de 20 centimètres de hauteur. J'ai d'ailleurs retrouvé ce mode de construction indiqué par Flacheron, dans d'autres endroits où la section est encore visible et où le terrain est de nature plus meuble.

De Curis à Saint-Romain-au-Mont-d'Or. — Après la traversée de ces carrières, l'aqueduc, suivant les contours de la montagne et s'élevant de plus en plus par rapport à la route qui descend vers la Saône, passe au-dessus du village de Curis, dans les vignes au sommet du parc du château. Je l'ai reconnu un peu plus loin dans la tranchée d'un chemin qui conduit de Curis à Saint-Cyr-au-Mont-d'Or ; la section, entourée de maçonnerie cette fois, est fort endommagée, c'est-à-dire écrasée et remplie de terre : on ne voit que le radier et quelques lambeaux d'un des piédroits. Le tracé, ensuite, contourne le large bastion rocheux qui, dominant Albigny, fait saillie dans la vallée de la Saône et dans lequel ont fait brèche les immenses carrières dites de Couzon, cotoyées par la ligne du chemin de fer de Paris à Lyon.

Dans le rentrant qui suit, l'aqueduc fait un assez long détour et revient au-dessus de Couzon. C'est là qu'est ce chemin dit *à Rouchon*, où Flacheron a vu la section si nettement. Aujourd'hui, c'est à peine si dans les éboulis du talus on peut distinguer quelques traces des revêtements à grains rouges de ciment

romain. Par ce chemin, qui monte à pic dans le creux d'un vallon escarpé, on arrive, une cinquantaine de pas au delà du point de Flacheron, tout près d'un réservoir dont cet auteur ne parle pas, analogue à celui de la fontaine de Toux, construit sur les restes d'un ouvrage de la même origine antique, et auquel aboutissent aussi de petites galeries de captage, fonctionnant à présent tant bien que mal, mais grâce auxquelles ce réservoir peut encore fournir de l'eau aux terres et aux fontaines de Couzon. Des galeries, détruites aujourd'hui, reliaient certainement ces captages et ce réservoir à l'aqueduc qui s'allonge à quelques mètres au-dessous et pour lequel ils avaient été disposés.

En continuant à suivre le niveau, on rencontre peu après le lit d'un torrent desséché. Etant descendu dans le ravin, j'y ai reconnu, dans un amas de pierres de toutes dimensions, un bloc de béton romain, d'authenticité assurée, large de 20 centimètres, long de 40, épais de 15, à côté de plusieurs autres fragments plus petits de même nature : débris évidents de l'aqueduc, qui devait être supporté, au-dessus de ce vallonnement, par une petite arche depuis longtemps effondrée.

Après un contour le long d'un saillant, l'aqueduc passe dans la vallée dont l'issue est à Saint-Romain-au-Mont-d'Or. Cette vallée de Saint-Romain porte aussi le nom de vallée d'Arche, dénomination caractéristique due sans conteste aux constructions apparentes qui subsistaient jadis de l'œuvre romaine. La chose est d'autant plus certaine qu'une autre vallée voisine, dont il va être question tout à l'heure, porte aussi le même nom ; nous trouverons de même sur le parcours de l'aqueduc du Gier le ruisseau *des Arcs* et le ruisseau d'*Arche*. Vers le fond de cette première vallée d'Arche, sur Saint-Romain, l'aqueduc du Mont-d'Or est coupé par la route qui va de Saint-Romain à Limonest par le col du mont Verdun. Une petite carrière a été ouverte dans le talus de ce chemin, à la cote 312 ; elle a, comme celle de La Blache, entamé la conduite, dont plusieurs blocs énormes sont encore là, épars, laissant voir la forme de la section, qui ne diffère du profil décrit plus haut que par la substitution de pans coupés aux bourrelets d'angles ; dans la terre, on aperçoit

la gaine de maçonnerie qui n'existait pas à La Blache ; le renseignement de Flacheron se trouve donc confirmé.

Un peu plus loin, en se rapprochant encore du fond de la vallée, dans le jardin d'un restaurant champêtre, on voit, sur une longueur de quelques mètres, le canal ouvert, encastré dans le talus d'une allée ; la couverture et un des piédroits ayant été arrachés, on croirait voir un banc à dossier, solidement construit en ciment ; le massif de maçonnerie qui le supporte complète l'illusion.

Réservoirs de Saint-Romain. — On est ici tout proche d'un des points les plus intéressants du parcours. L'aqueduc passe d'un côté à l'autre de la vallée ; il ne reste pas de vestige de la petite arche sur laquelle il devait franchir le thalweg, pas plus que de la canalisation souterraine dans le voisinage. Mais, immédiatement après l'arche, si l'ouvrage avait été conservé, on verrait la jonction de la conduite et d'un chenal qui, par l'intermédiaire de deux réservoirs tout proches, lui amenait les eaux des pentes environnantes. Ces deux réservoirs, à la suite et en contre-bas l'un de l'autre, à peine distants d'une trentaine de mètres, le plus bas étant à quelque trente mètres aussi de l'endroit où devait passer le canal, existent encore et appartiennent à un grand propriétaire de Saint-Romain [1] qui les utilise pour l'irrigation de ses domaines, cédant même à la commune une partie des eaux qu'ils recueillent. Je me borne ici à les indiquer, ayant à y revenir plus loin, au chapitre où il sera spécialement traité des prises d'eau.

De Saint-Romain à Saint-Didier. — Indiquons en fait d'autres traces : au-dessus de Saint-Romain, dans un fourré en contre-bas d'une carrière, une cavité, d'accès difficile, au milieu des ronces, au fond de laquelle on peut, en passant le bras par un trou, toucher les deux parois du canal, et sonder sa profondeur ; puis, un peu avant d'arriver à Collonges-le-Haut, après la sortie de la vallée de Saint-Romain, sur le chemin du Poizat [2], des morceaux

1. M. le comte de Murart.

2. « M. Jeune, cultivateur, avait trouvé l'aqueduc dans sa vigne, un peu plus loin que la vieille église de Collonges, lieu dit Poizat. Il nous a certifié, et d'autres l'ont fait également, que les dalles couvrant l'aqueduc, dalles simples, pierres plates non taillées, étaient posées à bain de mortier sur les piédroits et recouvertes d'une chape (de mortier), le tout si bien maçonné que la démolition de cette couverte était un travail *de Romain*. Souvent une dalle carrée en formait la couverte. » (Gabut, *loc. cit.*).

de ciment et de béton, pris au radier et aux piédroits de l'aqueduc que ce chemin a dû couper, et utilisés pour la construction d'une murette de bordure. A cet endroit, l'aqueduc se trouvait à peu près à la cote 300. A Nervieux, au-dessous de la nouvelle église de Saint-Cyr-au-Mont-d'Or, il passe vers la maison Mayet, puis dans la terre Bernard-Michaud, et près du portail de la propriété Debombourg, à la cote 290; il coupe, au lieu dit *les*

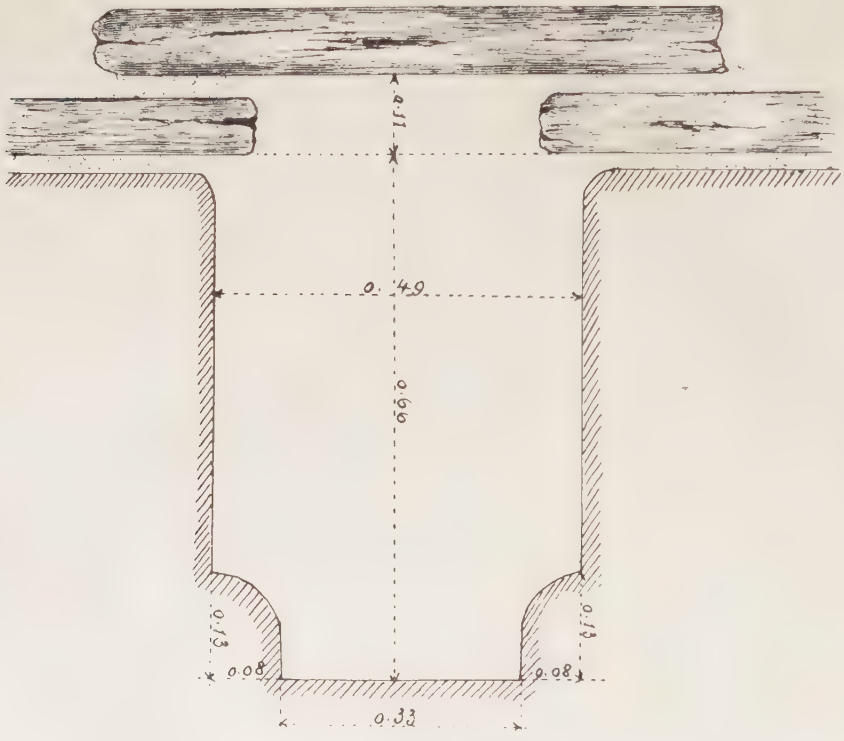


Fig. 4. — Section de l'aqueduc à Saint-Cyr (d'après M. Gabut).

Auges, la propriété Liandras (section C, parcelle n° 934 du cadastre de Saint-Cyr); aux *Cures*, il existe dans la vigne de M. Rollet (section C, n° 974), où il mesure exactement les dimensions indiquées par M. Gabut (fig. 4). Il passe alors sur l'autre versant de la colline de Saint-Cyr, en contournant par conséquent le mont Cindre qui la surmonte, et il se retrouve dans la vallée du ruisseau *le Pomet*, au-dessous du cimetière, dans la vigne Buathier (section C, n° 1076), puis au hameau de *Chatanay*, où son radier sert de support au mur de la vigne Guillen, le long du chemin

n° 26, cote 289, sur la rive droite du Pomet. On le voit encore, de l'autre côté de la vallée, dans le bas du hameau *Le Montellier*, à mi-coteau, où il traverse la propriété Beaujolin (section C, n° 1147). Puis c'est un nouveau contour en saillant pour passer de la vallée du Pomet dans la deuxième vallée d'Arche, sur la commune de Saint-Didier; il traversait cette vallée au-dessous de Saint-Fortunat.

La destination de l'aqueduc du Mont-d'Or. — Cette région a donné lieu à beaucoup d'incertitudes et d'hésitations, à cause des niveaux où l'on a découvert des tronçons de la conduite. C'est que l'on partait d'une idée préconçue, énoncée d'abord sommairement par Delorme à la suite de ses premières recherches, puis péremptoirement affirmée par Flacheron : à savoir que l'aqueduc du Mont-d'Or aboutissait au réservoir du Massut (ou des Massues)[1], c'est-à-dire à une construction qui n'est autre que la tête aval d'un siphon. Ce réservoir, qui est situé au bord du versant ouest de la colline de Saint-Irénée, séparé des hauteurs d'Ecully par le vallon de Grange-Blanche[2], est à la cote d'altitude 287. Dans l'hypothèse susdite, qui reliait ce réservoir à l'aqueduc du Mont-d'Or, il était évident que celui-ci ne pouvait se trouver en aucun point de son parcours à un niveau inférieur à 287, ou même 290 et plus, en raison de la distance et de la perte de charge au siphon. De là grande surprise à la découverte des cotes signalées tout à l'heure, et d'autres encore plus basses, 285, 282, etc., à mesure que l'on avançait. Une théorie prit naissance, d'après laquelle l'aqueduc du Mont-d'Or, au lieu d'amener l'eau à la ville même de Lyon, l'aurait d'abord çà et là distribuée sur son parcours à partir de Saint-Cyr-au-Mont-d'Or, et l'aurait, en dernier lieu, fait aboutir à un groupe de vastes et somptueuses villas que, pour les besoins de la cause, on a imaginées, sans aucun document à l'appui, à partir du hameau de la Sauvegarde, à Ecully, Tassin et la Demi-Lune. M. Gabut s'est fait le propagateur et le champion obstiné de cette opinion. Je ne la crois pas soutenable.

1. V. ci-dessus, p. 50, la citation de Delorme.
2. C'est le vallon où coule le ruisseau des Planches (Cf. ci-dessus, p. 41).

Et d'abord, pour revenir sur des choses déjà dites[1], comment expliquer que les eaux du Mont-d'Or aient été négligées des colons romains au premier siècle de la cité, du moment qu'elles étaient les plus rapprochées, en même temps que les plus faciles à capter et à conduire? Voulait-on, en vertu d'une prévision divinatoire, les réserver au luxe des villas de l'avenir, ou trouvait-on vraiment plus pratique, pour gagner quelques mètres de hauteur, d'aller quérir à grands frais et au prix de bien plus longs efforts, des eaux beaucoup plus lointaines? Mais surtout, je le répète, qu'est-ce que cette agglomération de villas, dont aucun auteur ne fait mention, dont la campagne ne conserve aucune trace, et dont les habitants auraient créé pour leur usage à peu près exclusif un ouvrage hydraulique de plusieurs lieues de parcours, ce dont nous n'avons pas d'exemple, même pour les plus riches des villas autour de Rome, qui achetaient l'eau des aqueducs communs?

Ensuite, il y a des preuves positives pour démontrer que l'aqueduc est bien venu dans la ville sur la colline. Un siphon lui faisait effectivement franchir le vallon de Grange-Blanche; mais ce siphon n'était pas soutenu par le pont dont on voit encore les restes au-dessous de la gare actuelle d'*Ecully-la-Demi-Lune*, et qui appartenait, comme nous le verrons, à l'aqueduc de la Brévenne. C'est en aval, à une centaine de mètres après le confluent du ruisseau des Planches avec le ruisseau de Chalins, que se trouvait le pont-siphon de l'aqueduc du Mont-d'Or. On y voyait encore, il y a une quarantaine d'années, selon des témoignages dignes de foi, les restes de quelques piles. Les recherches de Delorme, postérieures au mémoire que nous possédons, lui avaient fait découvrir l'existence de ce pont-siphon, car il est indiqué à cette place même sur la carte d'Artaud, qui ne fait que reproduire, comme on sait, un original de Delorme. Aujourd'hui, les vestiges ont disparu, et, pas plus que M. Gabut, je n'ai pu les découvrir. Ce n'est point une raison pour récuser un témoignage tel que celui d'un auteur gravant sur un plan une récusation de son opinion première, témoignage confirmé par une tradition

1. V. ci-dessus, p. 21.

connue avant la découverte de la carte[1]. Les tuyaux de ce siphon remontaient donc sur le plateau de Champvert, en face ; le réservoir de fuite, non retrouvé, devait y exister au niveau voulu. La conduite libre reprenait alors, contournait probablement au nord la colline de Fourvière, et aboutissait, soit à un château d'eau de distribution, soit à des citernes réservoirs. Cette question sera examinée plus loin.

De Saint-Didier à la Sauvegarde. — Reprenons donc l'aqueduc où nous l'avons laissé, c'est-à-dire dans le second vallon d'Arche, au-dessous de Saint-Didier. Les vestiges découverts deviennent, à partir de là, beaucoup plus rares. Je n'en ai retrouvé vers Saint-Didier qu'un seul, au voisinage du hameau *Le Collin,* sur la rive droite de la vallée, et j'en ai déterminé la cote d'altitude, qui est 283, en concordance parfaite avec celle qu'indiquait approximativement M. Gabut pour le même point sans doute, soit de 282 à 285.

Ce second vallon d'Arche est, comme le premier, riche en sources, que l'on aurait captées de la même façon que plus haut. MM. Falsan et Locard[2] en indiquent une, à la cote 300, où ils ont trouvé, paraît-il, les traces d'une prise d'eau d'origine romaine. M. Gabut en indique une autre, dite source *des Vignes*, plus élevée, à la cote 350, où l'on peut reconnaître également les marques d'un travail romain. Enfin il y aurait d'anciens captages, plus haut encore, au-dessus de 400 mètres d'altitude. Sans l'avoir vérifié, je crois cela volontiers, puisque j'ai pu constater des dispositifs de ce genre sur le versant au-dessus de Saint-Romain.

Après le vallon d'Arche, l'aqueduc s'engage dans la plaine de Crécy, entre Saint-Didier et Saint-Rambert. Là, dans l'angle formé par le chemin communal n° 2 venant de Champagne et le chemin d'intérêt commun n° 23, à l'est de ce dernier, à 160 mètres environ au nord du chemin n° 2, on a découvert le specus en minant le terrain. Le canal passait ensuite au hameau de la Chevrotière, et arrivait au bord d'une vallée étroite, mais assez

1. M. Steyert, avec qui j'ai eu l'honneur de m'entretenir souvent de ces questions dans les derniers temps de sa vie, se montrait particulièrement affirmatif sur ce point : sans avoir vu lui-même ces débris de piles, il se souvenait fort bien d'en avoir entendu parler, bien avant d'avoir découvert le calque de la carte d'Artaud. On sait que sa mémoire était aussi fidèle que son savoir était consciencieux.

2. *Monographie géologique du Mont-d'Or.*

profondément encaissée, où coule le ruisseau de Limonest. Dans le fond de cette vallée, contre le mur de clôture de la propriété Cazenove, que longe le chemin de Roche-Cardon, subsiste encore le massif de fondation d'une pile d'un pont-aqueduc sur lequel la conduite franchissait la vallée, et que M. Gabut désigne sous le nom de pont de *Cotte-Chally*. Sur la rive droite en face, dans la propriété de M. Vincent (section E, parcelles 23 et 24 du plan cadastral de Saint-Didier), on peut encore reconnaître, au ras du sol, quelques autres traces de piles.

On s'est demandé si ce pont supportait un siphon, ou si l'eau y passait à libre canalisation, en maintenant son niveau. Cette dernière opinion est celle qu'adopte M. Gabut, qui se fonde sur les raisons suivantes : « Dans la plaine de Crécy, le radier du canal est à la cote 282 environ ; à Chevrotière, il était sans doute un peu plus bas, et, de l'autre côté du ravin, dans la plaine, entre Bidon et Champagne, le radier est à la cote 280 ; le siphon aurait donc fonctionné sous une charge bien peu considérable. De plus, dans la propriété de M. Vincent, les vestiges de piles sont visibles jusqu'à la cote 260, 265, environ, soit jusqu'à 20 ou 25 mètres au-dessus du ruisseau qui coule dans le ravin. Le ruisseau peut être compté comme étant à l'altitude 240-242. Le radier du canal, au Bidon, est à 280 ; le pont aurait donc eu environ 40 mètres de hauteur, du lit du ruisseau jusqu'au radier du canal sur le pont-aqueduc. La longueur du pont, entre la cote 282 vers la Chevrotière, et la cote 280 vers Bidon, aurait été de 500 mètres environ, soit à la couverte sur le pont-aqueduc. L'édifice aurait donc eu au moins deux et même trois rangs d'arches superposées. Ce qui nous porte à croire à un pont-aqueduc prolongeant la ligne d'écoulement de l'eau plutôt qu'à un pont à siphons, c'est que dans la propriété Vincent on voit les vestiges de piles, étagés sur le flanc du ravin, depuis le ruisseau, cote 242, jusqu'à la cote 265 environ. A ce dernier point existait véritablement une pile, et non un rampant ou un massif ; il y avait donc au-dessus de la pile une voûte, et sur cette voûte un canal[1]. »

Ces raisons ne paraissent pas décisives. Une dénivellation de deux mètres seulement, pour un siphon de faible longueur et de

1. *Revue du Lyonnais*, *loc. cit.*

profondeur réduite, est parfaitement admissible, d'autant plus que dans l'hypothèse d'un siphon, le pont qui soutenait celui-ci devait être assez haut : d'abord parce qu'il fallait éviter un coude brusque, et ensuite parce que les vestiges de piles peuvent en témoigner. Toutefois, ces vestiges ne sont pas assez nets pour permettre de les regarder tous comme des restes de piles plutôt que comme des traces de substructions ayant soutenu les tuyaux de distance en distance, ou des ruines de massifs entre des arcs rampants. Enfin, à défaut de preuves certaines, on n'ose guère se porter garant de la réalité d'un ouvrage immense de 500 mètres de longueur, avec 40 mètres de haut et trois rangs d'arcades superposées, dépassant le Pont-du-Gard[1] en hardiesse et en grandeur, quand de cet ouvrage il reste si peu de chose, et quand il s'agit d'un aqueduc dont le système de construction ailleurs apparaît plutôt modeste.

Quoi qu'il en soit de l'hypothèse à adopter au sujet de ce pont, et qu'il ait été pont-aqueduc simple ou pont-siphon, convenons seulement que l'aqueduc du Mont-d'Or, à considérer ce reste et tous les autres, a dû se construire de façon beaucoup plus hâtive que celui de la Brévenne, ou celui du Gier surtout : de là, beaucoup moins de solidité dans les ouvrages d'art, et disparition plus complète des ruines. Le pont de Beaunant dresse encore majestueusement ses piliers couronnés d'arcades, tandis que le pont-siphon du premier aqueduc, sur le ruisseau des Planches, est totalement anéanti, et qu'on peut à peine distinguer parmi les ronces quelques racines élimées de la rangée de Cotte-Chally.

Quand on est parvenu au hameau de *Bidon*, de l'autre côté de la vallée, on peut savoir où se dirige l'aqueduc, en prenant des informations auprès des propriétaires de l'endroit qui ont eu l'occasion de le voir à découvert. Dans la vigne de M. Vincent, il a été trouvé à 60 ou 80 centimètres seulement au-dessous de la surface du sol; sa profondeur, sous les dalles qui le recouvrent, serait de $0^{m},60$, et la cote de niveau du radier d'après cela, 280, à quelques centimètres près. De l'autre côté de la route nationale n° 6, de Lyon à Villefranche, on le signale entre le village de Champagne et la limite ouest de la commune de Saint-Didier,

1. La longueur du Pont-du-Gard est de 273 mètres, et sa hauteur maxima de $48^{m},77$.

dans la propriété Serviant (section E, lieu dit *Gorges,* n° 462 du cadastre). Il passe ensuite un peu au-dessous et à l'ouest du fort de la Duchère, et s'engage dans la commune d'Ecully, où il a été découvert dans la propriété Caron, au lieu dit *Tartre* (section E, parcelles n^{os} 412 à 415 du cadastre). C'est un peu en amont du hameau de la *Sauvegarde*, et le radier y serait à peu près à la cote d'altitude 270.

Flacheron n'a pas connu le véritable parcours de l'aqueduc à partir de Saint-Cyr. Il est vrai que même avant ce dernier village il n'avait apparemment déterminé le parcours que par conjecture ; et il commet une erreur manifeste en le faisant arriver au voisinage de Limonest. Delorme parlait lui aussi de Limonest, mais il croyait à l'existence d'une seconde branche, partie des hauteurs de ce village, sur le flanc du mont Verdun, et venant se joindre à la principale vers le point où nous en sommes. Avait-il entendu parler de cette branche d'aqueduc par les habitants du pays ? Flacheron a-t-il recueilli la même tradition de l'existence d'un aqueduc sur ces hauteurs ? Je ne sais. Mais personne à présent ne peut le montrer, ni rapporter aucun témoignage à son sujet. Delorme lui-même ne l'avait assurément pas vu, car sur la carte d'Artaud ne figure pas la branche de Limonest. Il a dû s'apercevoir qu'il s'agissait d'un on-dit sans fondement, et renoncer à son assertion. A la vérité, l'existence de cette branche n'a rien du tout d'impossible et il se peut qu'elle se découvre un jour. Cette existence ne changerait d'ailleurs rien à l'économie générale de l'aqueduc du Mont-d'Or, et l'on peut sans grand souci en attendre la preuve. Il y a d'autres découvertes à souhaiter, qui, pour la connaissance complète des aqueducs de Lyon, font bien autrement défaut.

Arrivée à Lyon. — A partir de la Sauvegarde, on ne trouve plus trace de canal maçonné. On parle d'un tuyau en poterie d'assez gros diamètre qu'on aurait trouvé en plusieurs endroits à la suite de l'aqueduc. Pour les uns, ce tuyau en poterie aurait été l'origine de la distribution dans le groupe de villas supposé

au voisinage [1]; pour d'autres, ce serait le tube du siphon qui passait sur le pont au bas de la vallée. Je crois en avoir dit assez sur la première de ces opinions. Quant à la seconde, la possibilité d'une pareille conduite en poterie, soumise à une charge de plus de cinquante mètres, sera discutée en son lieu, et repoussée. En tout cas, personne aujourd'hui n'a vu le point précis où cette conduite s'embranchait sur l'aqueduc, ni par conséquent ne peut affirmer l'embranchement. Enfin, même en admettant l'authenticité de celui-ci, rien ne prouverait que ce tuyau ne fût pas d'une époque bien postérieure, et que l'on n'eût pas utilisé pour l'alimentation de quelque bassin moderne les eaux qui continuaient à couler irrégulièrement par l'aqueduc ; car ces vieilles canalisations drainent toujours plus ou moins les eaux d'alentour.

Il est certain que le point de départ du siphon se trouvait au voisinage de la Sauvegarde, puisque c'est à partir de cette localité que la forte déclivité du sol commence. Il a été question plus haut du pont-siphon disparu au bas de cette déclivité, et du point d'aboutissement présumé de ce siphon sur le plateau de Champvert. Le reste appartient à la circulation dans la ville, dont il sera parlé dans un chapitre spécial.

§ III. — Tracé de l'aqueduc de Craponne.

Cet aqueduc, pour lequel je propose la dénomination d'aqueduc de Craponne, afin d'écarter le terme incomplet d'aqueduc d'Iseron, peut être considéré, ainsi que j'ai cherché à le démontrer plus haut [2], comme le second en date. C'est jusqu'ici le moins connu des

1. « L'aqueduc se terminait-il à la cité de la Sauvegarde? Comme canal maçonné, c'est possible ; mais comme service hydraulique, non!

« Un tuyau en poterie du diamètre intérieur de $0^m,132$ et de $0^m,157$ de diamètre extérieur se détachait de l'aqueduc, à la Sauvegarde, puis se dirigeait à travers le plateau des Roches jusque vers les parcelles n^{os} 217 à 219, et de 223 à 225 de la section D du plan cadastral d'Ecully, propriétés Descours et Lacène.

« M. Bruny a trouvé un fragment de ce tuyau dans sa propriété, sise à la petite voisinée de la Sauvegarde, qui, sur la carte du département, de Bonnaire, paraît englobée, au sud de la route 13, dans un petit cercle indiquant la cote 260.

« Lors du creusement, en 1870, des tranchées pour la défense de Lyon, on a trouvé ce tuyau à plusieurs mètres au-dessous de la superficie du sol, dans la propriété de M. de Veyssière, lieu dit les Gantières, section D, parcelles n^{os} 103, 108 du cadastre d'Ecully. » (Gabut, *loc. cit.*)

2. V. ci-dessus, p. 21.

quatre, et, à vrai dire, le moins facile à connaître. En amont de Grézieu-la-Varenne, il forme bien plutôt un système de conduites ramifiées qu'un aqueduc proprement dit. A partir de là, à l'exception d'un vestige très apparent, mais dont on ne voit pas du premier coup la liaison immédiate avec les traces qui précèdent, il disparaît complètement, et ce n'est qu'à l'aide des observations que fournit le relief du terrain, et en éliminant les autres hypothèses proposées, que l'on peut déterminer son trajet et approximativement son point d'arrivée sur les collines de Lyon.

Branche d'Iseron. — La plus longue et la plus haute branche de cet aqueduc provient des alentours d'Iseron. Ce village est en effet perché presque sur la crête de cette ligne pittoresque de montagnes qui borne l'horizon à l'ouest de Lyon. L'altitude d'Iseron est d'environ 700 mètres. Les eaux y sont abondantes : des travaux de captage y ont été exécutés il y a quatre ou cinq ans à peine, non loin de l'endroit où se voient les premières traces de la conduite romaine. Ces traces se réduisent à peu de chose : ici une traînée de ciment rougeâtre, reste du radier, là quelques débris de maçonnerie ; ailleurs, une entaille régulière dans le rocher sur quelques mètres. On se guide à grand'peine, et plus par les souvenirs et les indications sommaires des vieilles gens du pays que par les lambeaux à peine visibles qui subsistent. On s'accorde pour placer le point de départ à l'amont du village, au lieu dit *Moulin-Chirion*. Le mieux est de citer M. Gabut, qui a vu et décrit tout ce que l'on peut voir dans cette partie-là :

« En sortant du village d'Iseron, et après avoir traversé le pont jeté sur le ruisseau (l'Iseron), on trouve au nord de la route, à peu près en face du village, un sentier étroit et rocailleux, interrompu brusquement à l'est par le trou béant d'une carrière de pierres à bâtir. Ce sentier suit la tranchée ouverte jadis dans le rocher pour l'établissement de l'aqueduc. En un point rapproché de l'entrée, sur la route, on voit dans le rocher une entaille de $0^{m},40$ de largeur, qui doit être considérée comme ayant servi de radier au canal.

« Par son tracé, l'aqueduc devait contourner le flanc assez rapide de la montagne, et suivre, dans la direction nord-est, une

ligne s'abaissant au-dessous de la cote 700; il passait au-dessus de la voisinée *Braly*, et arrivait au lieu dit *Mont-Charbonnier*.

« A la suite du Mont-Charbonnier, l'aqueduc avait une chute d'altitude assez prononcée. Il passait dans la terre dite *Pilonnière*, entre les hameaux *Le Jumeau* et *La Milonnière*. Au delà de ce dernier hameau, on perd sa trace. »

J'ai pu constater l'exactitude de ces renseignements et la difficulté, sinon l'impossibilité de découvrir des traces au delà du point ci-dessus désigné. Mais cette canalisation avait évidemment une suite, et nous verrons tout à l'heure où il est vraisemblable qu'elle ait abouti.

Quittons donc pour l'instant cette première branche, transportons-nous en un autre point du versant, entre Iseron et Pollionnay, où d'autres vestiges existent, et voyons à quel système ils correspondent.

Bassin supposé au-dessus de Montferrat et branche du haut de Pollionnay. — La carte d'Artaud (Pl. I à la fin du volume) indique, en un point marqué 6, non loin de la source du *Dronan*, affluent de l'Iseron, une origine de conduite; un peu au-dessous, au point 5, un croisement qu'on ne s'explique guère ; enfin, plus bas, au point 7, une jonction. En repérant ce point 7 sur le terrain, j'ai reconnu qu'il se trouve à la cote 550 environ, au-dessus du hameau de Montferrat, et correspond à un petit plateau, légèrement creusé en forme de cuvette allongée, dont le grand axe, parallèle à la direction nord-sud, soit sensiblement à la ligne de faîte des montagnes, aurait environ 80 mètres de long, et le petit axe, 50 mètres. Au bord occidental de ce palier, on voit encore debout les pans de murs d'un bâtiment de ferme, incendié il y a une trentaine d'années. Deux puits, dont l'un est au milieu des ruines, sont situés en face l'un de l'autre, marquant à peu près les deux extrémités du petit axe de la cuvette. Si l'on suit la direction de cette ligne en descendant la pente, on longe une sorte de dos d'âne, sur lequel sont mis à nu, de distance en distance, quelques débris de maçonnerie ; ces débris se confondraient avec les fragments du rocher, si l'on ne distinguait les morceaux de chaux qui y adhèrent. C'est la voûte d'un canal,

qui descend en droite ligne en laissant Montferrat un peu à droite. Il paraît qu'un peu plus bas, et immédiatement au-dessus de ce hameau, près de la ferme Ponchon, cette voûte était restée longtemps ouverte; l'endroit défoncé s'appelait, dans le pays, La Sarrasinière, ou trou du Sarrasin [1]; les petits bergers s'y glissaient en rampant; on a fini par le boucher, car c'était devenu un nid de serpents et un repaire de fouines et de renards.

L'existence des deux puits mentionnés ci-dessus et de l'aqueduc à la suite, ainsi que la configuration du plateau, peuvent faire à bon droit supposer — ce que des fouilles bien conduites pourraient établir plus sûrement encore — qu'il y avait là un bassin où se réunissaient les eaux captées de divers côtés; de là, elles s'engageaient dans cet aqueduc à pente rapide qui les entraînait vers Grézieu.

Cette hypothèse se confirme par l'existence de plusieurs conduites secondaires, dont on retrouve des vestiges çà et là le long des flancs de la montagne, et qui semblent toutes converger vers ce plateau. M. Raymond, ancien maire de Grézieu-la-Varenne, qui a bien voulu me guider le long des pentes et à travers les sinuosités de ces versants [2], m'a indiqué la situation des points où l'on avait constaté ces vestiges. Par la position de ces divers points, on peut reconstituer le parcours d'une branche d'aqueduc contournant la partie supérieure de la vallée du Bouillon, traversant la route de La Luère, suivant le flanc nord de la montagne de Saint-Bonnet, passant au-dessus des lieux dits La Charbonnière et Le Grand-Tournant, pour arriver à la vigne Nicolas, à la ferme Bador, à 300 mètres environ du plateau, et enfin au bassin que nous y supposons.

Quantité de sources jaillissent sur ces hauteurs. Elles ont été captées autrefois. Un plan de l'an 1599 [3], retrouvé par M. Guigues, l'éminent archiviste de la ville de Lyon, en indique deux, *La Font-*

1. V. ci-dessus, p. 39.

2. M. Raymond avait déjà guidé, il y a des années, pour des recherches semblables, un archéologue lyonnais, le baron Raverat, auteur d'un opuscule intitulé : *Le nouveau pont d'Alaï et le tourillon de Craponne* (Lyon, 1887).

3. Ce plan porte le nom de « Carte ou plan figuré des châteaux de Grézieu-la-Varenne, Pollionnay, Iseron et Fauthéon, ensemble des paroisses de Craponne, Vaux, Sainte-Consorce, hameaux et massages dépendant desdites juridictions, des chemins, ruisseaux, croix, fontaines et autres appartenances et dépendances desdits lieux ». Il avait été dressé à l'occasion d'un procès pendant entre le chapitre de Saint-Jean et celui de Saint-Just, au sujet de la délimitation de leurs domaines.

du-Fumoy et *La Font-de-l'Orme,* qui sont représentées abritées sous des voûtes. Ces constructions, aujourd'hui détruites, devaient remonter à l'époque romaine. La première des deux sources envoie actuellement de l'eau dans l'enclos de la pépinière départementale, plantée dans le voisinage. Les eaux de l'une et de l'autre, celles de *La Font-du-Loup,* un peu plus bas, et de plusieurs autres sources des environs, devaient être, comme les eaux des sources du Mont-d'Or, dirigées dans l'aqueduc qui circulait au-dessous.

On ne peut se fier entièrement ici à la carte d'Artaud : le point 7, nous l'avons vu, s'identifie bien avec le plateau décrit, et le point 6 peut correspondre à La Font-du-Fumoy. Mais, pour le reste, il y a des anomalies inexplicables. En définitive, on peut donner ceci comme à peu près certain. Sur le plateau se réunissaient : d'un côté, les eaux du tronçon d'Iseron, dont il reste cependant à découvrir la trace entre La Milonnière et les abords de ce plateau ; de l'autre, les eaux dites de *La Béchère* ou du haut de Pollionnay, dont le parcours a été indiqué ci-dessus. Enfin, il existe une troisième branche qui, partant d'un niveau plus bas que le plateau, au sud-est, au-dessus de Vaugneray, traverse ce village. Nous la retrouverons tout à l'heure. Reprenons pour le moment la branche formée de la réunion des deux premières, que nous avons laissée, descendant du plateau au hameau de Montferrat.

Branche principale, de Montferrat au hameau de L'Arabie. Jonction avec la branche de Vaugneray. — Au-dessous de Montferrat, se trouve le hameau du *Recrêt.* L'aqueduc y passe sous la maison Chavassieux et à côté de l'écurie de la maison Brin, où sa section, d'après les indications des habitants, a pour dimensions $0^{m},80$ de hauteur sur $0^{m},60$ de largeur, avec couverture voûtée en maçonnerie de moellons de roche. Ces dimensions, fortes relativement à celles des branches afférentes, indiquent bien un canal principal. Quoique la déclivité du sol soit à cet endroit assez considérable, la pente du canal y est au contraire, paraît-il, très peu sensible. C'est là un fait à retenir.

Plus bas, un champ d'une assez grande étendue a été, il y a trente ou quarante ans, profondément miné, et le canal complètement démoli. Les cultivateurs, pour se débarrasser des pierres

et des quartiers de béton qui provenaient de cette démolition, les ont entassés en une muraille qui s'étend sur plusieurs centaines de mètres le long de la route de Grézieu à Saint-Bonnet. Les traces, à partir de là, sont nombreuses : au delà de ce champ, dans la cour de la maison Jutet, et près de *Montolvet*, à l'endroit dit *Les Quatre-Chemins*, croisement des deux routes de Grézieu à Saint-Bonnet et de Vaugneray à Pollionnay, où une maison (maison Jaboulet) est construite en partie avec des débris de l'aqueduc [1]. Puis vient un hameau, appelé *L'Arabie*, sur un plateau où, à la cote 410 environ, a lieu la jonction de la conduite principale que nous suivons avec la branche qui vient de Vaugneray.

Branche de Vaugneray. — Remontons celle-ci. Elle a été reconnue dans les terres de M. Odin, en contre-bas de la route. Elle diffère de celle qu'elle vient rejoindre par des dimensions beaucoup plus réduites, la largeur se restreignant à $0^m,40$. Son parcours se suit facilement en remontant jusqu'à Vaugneray; contournant le vallon du ruisseau de *La Chaudanne*, elle passe au hameau de *Verville*, où l'on en voit quelques débris aux murs des maisons, à la croix des *Rampeaux*, à gauche du hameau de *Michon*, puis le long du coteau des *Fontanières*, et enfin dans le village de Vaugneray, où elle passe dans les caves de plusieurs habitations, entre autres des maisons Perret et Viret, à la cote 425 à peu près; les fouilles qui l'avaient mise à jour dans ces deux caves sont à présent remblayées. M. Gabut, dont les investigations se sont d'ailleurs bornées à cette branche et ne sont pas allées du côté de Montferrat, a pu, au cours de l'automne de 1887, relever le profil de la section dans la cave Perret. Ce profil que je reproduis (fig. 5) nous montre une cuvette de $0^m,44$ de largeur, dont le radier et les parois latérales sont garnis de ciment sur une épaisseur de $0^m,03$ à $0^m,04$. Ce garnissage règne jusqu'à la hauteur de $0^m,40$. La partie supérieure de l'aqueduc manque; mais les piédroits en maçonnerie, larges de $0^m,40$, qui s'élevaient un peu plus haut que le garnissage, devaient supporter, comme à l'aqueduc du Mont-d'Or,

1. Il est intéressant de remarquer que la direction de l'aqueduc, depuis le plateau de la Maison-Brûlée, est parallèle à l'ancienne voie d'Aquitaine, qui passe à une centaine de mètres au nord de ce plateau, s'étant au carrefour des Quatre-Chemins détaché de la route de Grézieu à Saint-Bonnet, laquelle, depuis Grézieu, est établie sur l'ancien tracé romain.

une couverture de dalles. Le radier, au-dessous de la première couche de ciment, était en béton de tuileaux; au-dessous encore, régnait un blocage en moellons à bain de mortier ; et au fond, soutenant tout le massif, un remplissage de pierres brutes, à sec, plantées debout, en assurait la stabilité. Le procédé de construction, c'est-à-dire la succession et l'assemblage des matériaux, l'aspect d'ensemble, tout rappelle beaucoup l'aqueduc du Mont-d'Or.

Plus haut, le radier de ce même canal se voit au ras du sol de

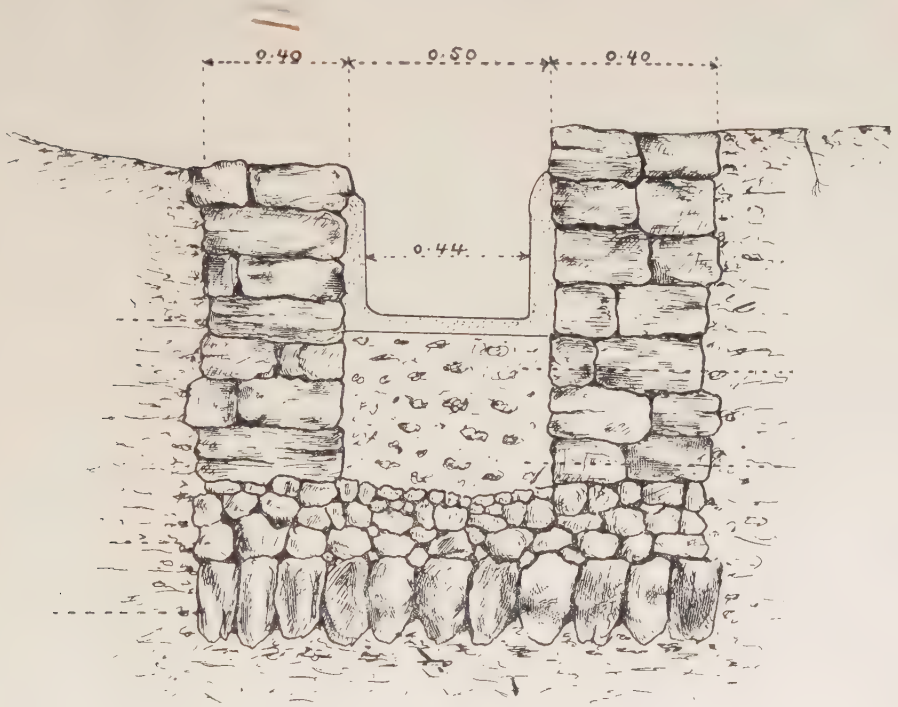


Fig 5. — Section de l'aqueduc à Vaugneray.

chaque côté de l'église du village; du côté ouest, le mur de la propriété qui borde la montée est bâti sur l'aqueduc qui lui sert de fondation. Un peu au delà, toujours en remontant la route et en dehors du village, on voit un mur en pierres sèches dont les matériaux proviennent de la démolition de l'aqueduc ; plus haut encore, au bord de la route, au pied d'un noyer, une de ses parois et le radier sont placés de telle sorte que l'on dirait un banc disposé pour le repos des promeneurs. Enfin, en suivant toutes les traces, on peut déterminer la direction générale de ce

canal, et l'on voit qu'il provenait, selon toute probabilité, d'un groupe de sources qui jaillissent à une certaine distance au-dessous de Montferrat, au sud-est, et qu'on a tout dernièrement captées pour l'approvisionnement du village de Vaugneray.

De L'Arabie à Grézieu et au Tupinier. — Revenons donc au plateau de L'Arabie, où s'opère la jonction de la branche principale de l'aqueduc et de la branche accessoire de Vaugneray. Peut-être y avait-il là un nouveau bassin : c'est un détail que des fouilles seules pourraient préciser.

A *Pierre-Cale*, un peu plus bas que L'Arabie, on voyait encore dans une terre, il y a quelques années, émerger du sol sur quelques mètres les deux parois du canal avec les naissances de la voûte qui le surmontait. Ces parois, dressées et parfaitement polies, avaient entre elles, dit-on, un intervalle de $0^{m},70$. Les nécessités de la culture ont fait abattre et détruire tout le massif, dont il ne reste que les menus fragments qui en proviennent, épars à travers le champ. Il en est de même un peu plus loin, aux *Ferlières*, où mon guide m'a montré l'endroit exact au-dessous duquel on avait trouvé, il y a une cinquantaine d'années, dans l'intérieur du canal, deux squelettes humains enfouis là on ne sait depuis quelle époque.

On s'achemine vers Grézieu, et l'on passe devant de nombreuses maisons, où des montants et couvertes de portes et de fenêtres sont de purs blocs de béton romain, découpés dans le massif du radier de l'aqueduc et semblables à des quartiers de roche taillés dans le porphyre roux, dont ils ont la consistance et la teinte. Les plus beaux sont ceux qui forment les jambages du grand portail de la cour de la maison Raymond ; ils mesurent près de $2^{m},50$ de haut sur $0^{m},40$ de largeur et d'épaisseur : l'aqueduc, qui passait sous cette cour, a été bien utilisé : aux marches d'escaliers, à la margelle du puits, de tous côtés, on en voit les robustes matériaux.

Nous voici à l'entrée du village de Grézieu-la-Varenne. Se maintenant dans la direction générale est-ouest, le canal oblique légèrement toutefois vers le nord, passe devant l'église et traverse,

à une centaine de mètres au sud de la nouvelle mairie [1], la route allant vers Marcy-l'Etoile. J'ai repéré ce point par un nivellement régulier par rapport à la cote de la gare de Grézieu (cote 320) ; le sol de la route est exactement à l'altitude de 332m,61, ce qui donne pour le radier, à quelques centimètres près, la cote 332.

De là on peut suivre la direction de l'aqueduc, qui traverse le jardin Brochet, puis le parc du château des Places, appartenant à M. Barillot. De menus débris, en quantité, forment dans un champ qui fait partie de ce parc une traînée rougeâtre très apparente, marquant, à ne pas s'y tromper, la direction du canal, naguère détruit par des minages [2]. Au sortir de ce domaine, la conduite maintenait son niveau en contournant au nord la cuvette formée par la prairie dite de l'Etang, puis aboutissait vers l'extrémité nord de la propriété Mas, au *Tupinier ;* et c'est tout près de là, un peu au-dessus du plateau légèrement incliné de *Corlevet*, qu'était, vers la cote 325, le point le plus important de cette conduite d'eau, celui où elle se terminait comme canal maçonné, pour se transformer en conduite par tuyaux, jusqu'à Lyon.

Branche du Pirod ou du bas de Pollionnay. — Un peu en amont — je ne saurais indiquer le point exact — avait lieu la jonction avec une autre branche accessoire venant de Pollionnay et amenant de l'eau des sources inférieures de cette région. Dans l'exploration de ce tronçon, beaucoup moins important que les autres, je ne suis pas remonté au delà du hameau *Le Pirod*, à un kilomètre environ au nord-ouest du village de Grézieu, à l'altitude 328. Un propriétaire, nommé Pilon, y a découvert et défoncé la conduite en creusant des fondations pour l'agrandissement de sa maison d'habitation ; on l'a mise à jour également

1. En 1886, la voûte était encore intacte à quelques centimètres au-dessous de la chaussée ; la pioche du terrassier l'avait épargnée ; mais, à la longue, par suite du tassement de la route, elle en vint à former une saillie gênante pour la circulation des voitures, et l'obstacle dut être coupé. L'endroit m'a été désigné de la façon la plus précise. Il est en face de la maison Rayet.

2. M. Barillot ayant eu l'obligeance de me conduire à travers son parc, j'ai pu, par un hasard assez curieux, ramasser parmi ces débris, un fragment de l'enduit cimenté, et poli à la surface, de l'un des piédroits, ce fragment présentant deux facettes qui forment un angle dièdre saillant d'environ 65°. Le canal dessinait donc sous le sol de ce champ un coude qui lui faisait prendre cette inclinaison vers le nord. Ce qui peut présenter quelque intérêt, c'est la constatation de cette ligne brisée, quand on aurait pu supposer une courbure, continue ou de court rayon.

un peu plus bas, dans la cour de la ferme Poizat. Ses dimensions sont, paraît-il, relativement très faibles, ne dépassant pas, en hauteur comme en largeur, $0^{m},20$ à $0^{m},25$. La voûte est, comme toute la masse enveloppante, faite en béton de gros tuileau, dont quelques-uns des fragments ont la grosseur d'un œuf, la pâte où ils sont agglutinés étant de la chaux presque pure. Ce petit canal, qu'on peut, dit-on, suivre encore assez loin en remontant dans la direction de Pollionnay, passe, au-dessous de la ferme Poizat, dans les propriétés Marnas et Jutet, puis au lieu de *Terre-Chevasse*, entre Grézieu et Corlevet ; et c'est non loin de là que doit s'opérer la jonction avec la branche principale.

Fig. 6. — Tourillons de Craponne, vus du nord.

Les tourillons de Craponne. — A deux kilomètres à l'est du plateau de Corlevet, en ligne directe, on aperçoit, sur un autre plateau un peu moins élevé, séparé du premier par un vallonnement assez profond, les ruines de deux tours carrées ; vues de l'endroit où nous avons laissé l'aqueduc, elles semblent n'en faire qu'une, car elles se trouvent sur une ligne qui prolonge celle du canal. Ces deux tours sont connues sous le nom de *tourillons de Craponne* : le plateau où elles se dressent domine en effet ce village, que traverse la route nationale n° 89 de Lyon à Bordeaux. Ce sont, en réalité, d'énormes piles à peu près carrées, d'environ $1^{m},50$ de côté et de 10 à 12 mètres de hauteur. En avant et en

arrière de ces deux piles apparentes, s'alignent plusieurs autres tronçons, de construction toute pareille, mais presque invisibles de loin, le plus haut d'entre eux ne dépassant pas deux mètres. La largeur de ces tronçons est la même que celle des deux grandes piles, mais leur épaisseur, dans le sens de l'alignement, est moindre, se réduisant à la moitié de la largeur pour la plupart d'entre eux.

Fig. 7. — Tourillons de Craponne, vus du sud-est.

Avant que fût reconnue de nouveau — car on la connaissait probablement au XVI^e^ siècle — l'existence d'un aqueduc antique dans cette région, toutes sortes d'hypothèses, dont quelques-unes téméraires, d'autres ingénues ou même risibles, avaient été — et il n'y a pas longtemps — mises en avant pour expliquer l'origine et la destination de cette rangée de piliers. Château fort du moyen âge, arc de triomphe, oppidum romain, pont pour la voie d'Aquitaine, quai le long d'un cours fantaisiste donné à un prétendu bras de la Saône, en voilà quelques-unes. J'en passe, et des meilleures. Mais la plus enracinée, grâce à l'autorité de Monfalcon, qu'appuyait celle du P. Ménestrier, de l'archéologue Chipier, et d'autres, faisait des tourillons la porte décumane d'un immense camp retranché occupé par les troupes de Jules César, sous le commandement de Marc-Antoine. Pour qui a vu des camps romains authentiques, tels que celui de Lambèse par exemple, il n'y a pas le moindre rapport entre cette série de piliers et une porte ou une enceinte de camp [1]. Nous avons vu,

1. Cf., Cagnat, *L'armée Romaine*, p. 522, les portes du camp de Lambèse.

d'ailleurs, qu'aucune vraisemblance historique ne permet de croire à l'existence de celui-ci [1]. En définitive, il faut en arriver à classer ce monument parmi les restes des ouvrages hydrauliques romains construits pour l'alimentation de la ville de Lyon. Le plan de 1599, découvert par M. Guigues et auquel il est fait allusion plus haut, vient fournir à cette opinion une base des plus solides. Le monument y est sommairement indiqué par une figure représentative caractéristique : un pilier surmonté d'une échancrure en forme de cuvette, et, derrière lui, un second où paraît s'amorcer la descente d'un rampant. Il est difficile, d'après cela, de ne pas reconnaître dans cette cuvette, un réservoir auquel aboutissaient deux pentes symétriques. L'analogie avec les réservoirs têtes de siphons de l'aqueduc du Gier s'impose. La différence est que ces derniers ne commandent un plan incliné que d'un seul côté ; de l'autre, l'eau arrive ou s'enfuit par une conduite libre à pente très légère. Mais on peut sans nulle difficulté attribuer à ce réservoir-ci la double fonction de réservoir de chasse et de réservoir de fuite, c'est-à-dire de bassin de faîte entre deux siphons consécutifs. La découverte de l'aqueduc de Grézieu, son niveau par rapport aux tourillons confirme très solidement l'hypothèse. L'eau de cet aqueduc, pour arriver comme celle des autres sur les collines de Lyon, avait à franchir, à partir de Craponne, un long espace, ou sur arcades, ou sous pression. Une ligne d'arcades de Craponne à Saint-Irénée, sur une longueur de plus de six kilomètres, avec une hauteur de plus de cent mètres au-dessus du point le plus bas de l'intervalle entre les deux sommets [2], était évidemment chose peu praticable. On dut donc s'arrêter à l'idée d'un siphon partant de Craponne. Mais entre ce plateau et Grézieu, il y avait aussi, à partir de Corlevet, un vallonnement assez prolongé, qu'il était impossible de contourner en maintenant le niveau. Allait-on y établir des arcades? C'était faisable. Mais il y avait un autre moyen, consistant à prolonger le siphon en amont jusque vers Grézieu. Bon en soi, ce moyen présentait une difficulté : le passage du siphon au-dessus du plateau de Craponne, après une première

1. V. ci-dessus, p. 15.

2. La cote du thalweg sous le pont d'Alaï est 194. En lui comparant la cote du sommet des tourillons qui dépasse 310 mètres, on voit ce que vaudrait l'hypothèse d'un pont sans siphon.

plongée, allait créer un coude et occasionner la rupture certaine des conduites par suite de l'afflux violent de l'air en ce point haut. On se résolut donc à construire un réservoir intermédiaire, surélevé pour ne point perdre de pression, et qui servirait comme de ventouse entre les deux travées du siphon. Telle est la raison d'être des tourillons de Craponne.

Pour que cette hypothèse soit acceptable, il faut d'abord qu'elle soit conforme aux lois de l'hydraulique, c'est-à-dire que le niveau du réservoir des tourillons soit plus bas que celui d'un réservoir de chasse supposé au-dessus de Corlevet. Le nivellement, que j'ai repris avec tout le soin possible en partant de Grézieu, m'a donné au pied de la grande pile la cote 307,25, et à l'endroit présumé du réservoir de chasse au-dessus de Corlevet, 326. La grande pile a 12 mètres de hauteur : elle paraît n'avoir été que fort peu tronquée, et l'on peut supposer le radier du réservoir à deux mètres plus haut, c'est-à-dire à la cote 321. La différence de niveau entre les deux extrémités du siphon serait donc de cinq mètres, ce qui est très suffisant pour le fonctionnement régulier, étant donnés la distance entre les deux points, le nombre et le diamètre probable des tuyaux.

Se fondant sur ce que l'on trouve des vestiges d'aqueduc au delà de Corlevet, et même au voisinage des tourillons, M. Gabut ne veut point admettre la corrélation entre ceux-ci et l'aqueduc de Grézieu. Nous verrons tout à l'heure ce que sont ces vestiges ; pour M. Gabut, ils sont la continuation directe et unique du canal qui passe à Grézieu ; les eaux d'Iseron, Vaugneray, Pollionnay, de tout ce versant de montagnes enfin, n'allaient pas jusqu'à Lyon, et, conformément à la théorie déjà émise pour les eaux du Mont-d'Or, étaient destinées à des faubourgs, à des groupes de villas disséminés entre Tassin et Craponne. Se trouvant pris entre cette solution et l'authenticité, qu'il a contribué à démontrer lui-même, du réservoir-ventouse au sommet des tourillons, M. Gabut a simplement imaginé une erreur commise par les ingénieurs romains. Les tourillons devaient, selon lui, se trouver sur le parcours primitivement projeté de l'aqueduc de La Brévenne, qui, après Lentilly, au lieu de se diriger vers le plateau de Salvagny, était destiné en principe à se retourner le long des pentes inférieures de Pollionnay, d'où l'on

aurait eu l'intention de faire partir la première travée du siphon jusqu'au plateau de Craponne. Les tourillons une fois construits, on se serait aperçu de la témérité ou même de l'absurdité de ce projet, et, tout en laissant debout le monument de l'erreur, on aurait adopté un nouveau tracé, définitif, de l'aqueduc de La Brévenne, par le plateau de Salvagny, Dardilly, Ecully, et le pont-siphon dont on voit encore les restes à Grange-Blanche.

De ce que Rome ne fut jamais infaillible, on ne saurait conclure à cette bévue des ingénieurs de jadis, et il est trop commode, pour la solution d'un cas embarrassant, de ressusciter par l'imagination, aux endroits où l'on en a besoin, des cités populeuses et de fastueuses villas. L'existence du réservoir des tourillons étant admise, un aqueduc y a passé, et nous n'avons aucune raison de croire qu'il n'a pas fonctionné. A très peu de distance, nous trouvons un canal qui s'y dirige, et placé, par rapport à ce réservoir, exactement dans les conditions d'altitude voulues. N'est-ce pas déjà une preuve suffisante? Et quand bien même on retrouverait plus bas, ailleurs que sur les tourillons, un prolongement de ce canal, n'avons-nous pas maint exemple de dérivations, branchées sur les conduites principales, soit aux aqueducs de Rome, soit à d'autres? Autant il est vraisemblable d'imaginer autour d'une grande ville comme Lugdunum quelques villas ou bourgs s'alimentant ainsi, autant il est peu raisonnable de grossir ces groupements au point d'imaginer qu'on avait capté pour eux presque toutes les sources d'une longue chaîne de montagnes.

Vestiges de conduite indépendante au voisinage des tourillons. — Mais il était bon de connaître cette conduite inférieure, et de vérifier si elle était vraiment le prolongement de l'aqueduc de Grézieu. Voici le résultat de mon enquête.

Plusieurs propriétaires et cultivateurs du plateau de Corlevet m'ont déclaré qu'on n'avait jamais trouvé sur ce plateau, en minant le sol, aucun vestige de canal au delà de la propriété Mas. On ne signalait de blocs de béton extraits du sol que dans le vallonnement qui sépare les deux plateaux, c'est-à-dire vers le petit hameau de La Ruette, et plus loin au pré Godard, dans les propriétés Genin, Terraillon, Bellime et Ronjat. Le canal, si c'en

était un, passait ensuite entre la route nationale et les tourillons, notamment dans la propriété Guigal, au sud de ceux-ci, qu'il contournait à l'est, après quoi, dans la plaine au-dessous, dite *de Bel-Air* ou *des Cailloux,* on perdait sa trace.

M. Guigal me fit remarquer, dans un champ de luzerne lui appartenant, une bande continue, tranchant sur le reste par une couleur plus verte et une épaisseur plus touffue ; elle se dirigeait suivant une courbe de niveau. Grâce à l'obligeance de ce propriétaire, je pus faire exécuter une tranchée dans la largeur de cet espace, et, à $0^m,80$ sous le sol, le pic rencontra un solide massif de béton de tuileaux. Non sans peine — le travail dura une journée entière — on parvint à le démolir. J'avais pris ce massif pour la couverture du canal, et m'attendais à trouver au-dessous l'espace libre voûté. Ce qui fut découvert, ce fut seulement un amas de pierres sans aucun joint de mortier, et dont les interstices étaient remplis d'eau, qui s'échappa d'abord en jaillissant. Le tout déblayé et l'eau épuisée, on atteignit le rocher. Les pierres étaient entassées, en amont et en aval, en prisme régulier, de $0^m,70$ de largeur sur $0^m,45$ de hauteur, et quelques filets d'eau suintaient de l'amont. La couverture de béton, plane, épaisse de $0^m,35$, dépassait de chaque côté, de $0^m,15$ au moins, la largeur du tas de pierres. Sur ses bords supérieurs, on ne voyait aucune trace de cassure indiquant que l'on eût affaire au radier d'un canal dont les piédroits eussent été démolis jadis. Il n'était guère possible non plus de prendre les pierres entassées pour un massif de substruction, car, dans ce cas, ce massif aurait bien eu au moins la largeur du radier.

Cela ressemblait si peu aux autres vestiges d'aqueducs, qu'il me parut difficile d'y reconnaître la suite du canal de Grézieu. Voici l'hypothèse à laquelle j'ai été conduit, et que des fouilles exécutées en d'autres endroits pourront peut-être confirmer.

Les renseignements recueillis m'ont appris que ce plateau et ses alentours étaient fort humides ; les propriétaires ont coutume de drainer leur sol pour en recueillir l'eau dans des citernes, disséminées çà et là en assez grande quantité. On peut donc imaginer sans invraisemblance qu'on ait songé à faire de même à l'époque reculée de la civilisation gallo-romaine. La rangée de pierres, protégée par une épaisseur de béton, aurait donc été un

drain, soit pour assainir le plateau et le rendre plus propre à la culture, soit pour recueillir les eaux plus loin dans les bassins de quelque ferme ou de quelque villa dont il n'est pas interdit de supposer l'existence, soit encore pour l'irrigation d'un terrain plus sec, à une certaine distance de là.

Il ne s'agit ici, encore une fois, que d'une simple hypothèse, qui aurait besoin d'être confirmée par d'autres observations. Juste, elle serait une preuve de plus de la liaison par siphon du canal de Grézieu et des tourillons, formant l'aqueduc de Craponne ; erronée, elle n'entraîne pas, par son inexactitude, la négation de cette liaison.

Car il n'y a pas à objecter la disparition totale des traces d'un réservoir de chasse au-dessus de Corlevet. Nous aurons l'occasion de constater des disparitions du même genre, en des points où un réservoir a existé sans qu'aucune contestation soit possible, c'est-à-dire où il n'a pas pu ne pas exister. Ainsi, l'on ne voit à Saint-Genis-Terrenoire aucun vestige du réservoir de fuite du siphon de l'aqueduc du Gier : l'existence ancienne de ce réservoir est pourtant de nécessité évidente.

Ni le réservoir de chasse de Corlevet, ni la première partie du siphon ne sont indiqués sur la carte d'Artaud, dira-t-on. Mais il n'y a pas non plus d'arcades indiquées, et cependant, étant donné le relief du sol, il fallait, nous l'avons vu, pour franchir la dénivellation sans chute trop sensible de pression, l'un ou l'autre, ligne d'arcades ou siphon. L'explication me paraît simple. Delorme n'ayant pas eu en main les éléments suffisants pour trancher la question, s'est abstenu ; et dans le dessin qu'Artaud a reproduit, il s'est contenté d'indiquer, sans marque spéciale, la direction de l'aqueduc.

La vérité est que tout concourt à prouver cette existence du siphon entre le haut du Tupinier et les tourillons. En voici un autre indice, déjà convaincant à lui seul ; c'est que de nombreux fragments ou masses de plomb ont été anciennement découverts sur son parcours : « Un nommé Cholet, dit l'archéologue lyonnais déjà cité, a possédé plusieurs morceaux de ce métal, trouvés dans ses travaux de minage exécutés dans cette localité[1]. » Il cite

1. Baron Raverat, *Le nouveau Pont-d'Alaï.*

également d'autres témoignages, celui d'une dame Vercherin, d'un nommé Gayet, etc. Ce fait, que m'ont rapporté aussi d'autres habitants du pays, peut être tenu pour certain.

Restitution du monument des tourillons. — Nous arrivons donc à la seconde travée du siphon, entre les tourillons de Craponne et le réservoir d'arrivée à Lyon. Le monument des tourillons lui-même a été fort ingénieusement restitué par M. Gabut, dont le mérite ne doit pas être rabaissé (fig. 8). Un détail seul demande une rectification ; ce sont ces manières d'arcs-boutants en plein cintre qui ne jouent aucun rôle pour la stabilité de l'ouvrage ; dont la paroi entièrement lisse de la grande pile ne marque nulle part le point d'attache ; et qui, par conséquent, n'ont pas pu exister. On n'a d'ailleurs jamais vu d'arcs-boutants semblables dans aucune construction, romaine ou autre. La réalité est beaucoup plus simple. Ce qui a été, de chaque côté de la petite pile, pris pour la naissance d'un arc-boutant, n'est autre chose que la partie supérieure mutilée du double contrefort de cette pile. On peut voir (fig. 9) qu'il n'y a guère qu'à effacer ces arcs-boutants pour rendre la restitution à la fois simple et tout à fait vraisemblable.

Siphon, et arrivée à Lyon. — Les tuyaux adaptés aux parois du réservoir, de la façon qui sera décrite plus loin pour les têtes de siphons de l'aqueduc du Gier, descendaient le long du rampant est du monument, s'enfonçaient un peu sous terre, suivaient ainsi la plaine des Cailloux, passaient sous la voie d'Aquitaine en face de l'endroit où se trouve actuellement le hameau du Tourais, et descendaient du plateau de Bel-Air vers le ruisseau de Charbonnières, qu'ils franchissaient sur un pont-siphon, à l'emplacement même du nouveau pont d'Alaï, ainsi que l'indiquent presque sûrement les restes de piles antiques trouvés sur les berges et dans le lit du ruisseau lors de la construction de ce pont, vers 1880[1].

1. Ces restes ne peuvent être, en effet, ceux du pont sur lequel passait la voie d'Aquitaine, car celle-ci franchissait la rivière à 150 mètres en aval. Or, on n'eût pas fait pour deux routes deux ponts si voisins. C'est donc bien le pont-aqueduc.

Voici la notice du baron Raverat (*ouvr. cité*), que le service des ponts et chaussées, consulté par nous à ce sujet, considère comme très exacte :

« Dès les premiers travaux, en creusant le terrain pour la fondation des piles, on fut étonné de rencontrer à une certaine profondeur un massif de maçonnerie composé d'un blocage noyé dans du béton fait de chaux, de sable graveleux, et de tuileaux

A partir de là jusqu'à Lyon, aucun vestige ne révèle le passage du siphon. Il devait, selon toute probabilité, remonter en droite ligne, comme le figure Delorme (V. la carte d'Artaud, Pl. I), et arriver sur le plateau de Champagne[1] à son réservoir de fuite, à une altitude à peu près égale à celle du réservoir des Massues, qui termine le siphon de l'aqueduc de la Brévenne[2]. Delorme met en communication ces deux réservoirs par une conduite libre. C'est une conjecture possible, mais qui n'a que la valeur d'une conjecture, tant il est difficile, comme nous le verrons, de trouver dans Lyon même les traces de la canalisation antique et de la distribution des eaux.

concassés. Le pic et la pioche furent impuissants à l'entamer : il fallut la dynamite pour le faire sauter. Après en avoir enlevé une épaisseur de 5 mètres environ, les ouvriers attaquèrent un lit de larges briques, puis des assises de pierres de taille, énormes blocs de choin superposés sur 4 ou 5 rangs de hauteur et reliés par des crampons de fer.

« On reconnut aussi que ces assises avaient perdu leur horizontalité et qu'elles inclinaient fortement du côté de la berge orientale. Les blocs étaient disjoints, disloqués, dans un étrange désordre. Les crampons de fer étaient tordus, quelques-uns même arrachés, et montrant à leurs extrémités les fragments de plomb qui avaient servi à les sceller dans les blocs.

« D'où provenait cet état anormal ? d'un affaissement du terrain argileux sur lequel reposait cette substruction. Le terrain, détrempé par les infiltrations et l'humidité, avait cédé d'un côté seulement, entraînant avec lui ces assises et leur faisant perdre leur aplomb primitif.

« Les anciens ingénieurs s'étaient bien aperçus du peu de consistance du terrain, puisqu'ils avaient ménagé dans les fondations une série d'arcs d'évidement dans un but de consolidation. Le bas de ces arcs reposait aussi sur des rangées de pilotis en chêne, armés encore de leurs sabots de fer...

« En avançant dans la rivière pour les fondations des autres piles du pont, on trouva encore de nouveaux bancs de maçonnerie ; mais ceux-là reposaient sur un terrain plus solide, sur le rocher lui-même. Sans nul doute, ces débris étaient ceux d'un pont antique. Le pont actuel suit à peu près le même axe, mais en obliquant légèrement sur la gauche.

« De l'autre côté du ruisseau, sur la déclivité de la colline occidentale, sur la balme, au milieu d'un terrain impropre à la culture et couvert de taillis, les ouvriers mirent à découvert, après avoir coupé le bois et enlevé la terre pour tracer la route à l'issue du pont, une suite non interrompue de maçonnerie ancienne, offrant le même mode de construction que celui observé dans le lit de la rivière ; cette maçonnerie montait jusque sur la crête de la balme, où elle disparaissait dans le sein de la terre. Certaines parties étaient encore sur leur lit de pose, d'autres rejetées çà et là ; elles représentaient des masses plus ou moins considérables. La plupart avaient la forme d'arcs à plein cintre. Ces débris étaient cachés sous des lichens, de la mousse et des lierres terrestres, plantes parasites abritées sous les arbres du taillis. Leur enlèvement fut long et pénible ; la pioche n'y mordait pas, et il fallut encore la dynamite pour en venir à bout.

« Mais tout n'a pas été enlevé ; la majeure partie existe encore dans le taillis en débouchant du pont et au-dessus de la route.

« Le versant opposé, moins accidenté, moins rocailleux que le précédent, et qui, de bonne heure, avait été livré à la culture, comme dépendant d'une vaste propriété d'agrément, présentait encore quelques substructions de même nature que les précédentes et que la nouvelle route, qui a empiété sur la propriété, avait mis à découvert. »

1. Ce plateau de Champagne, en face de Francheville, ne doit pas être confondu avec l'autre plateau de Champagne, le plus connu, où passe la route de Lyon à Villefranche, et qui est situé entre Ecully et le Mont-d'Or.

2. A une cote entre 285 et 290. Cette perte de charge, d'une trentaine de mètres, ne serait pas étonnante, en raison de la très grande longueur du siphon.

AQUEDUC DE CRAPONNE

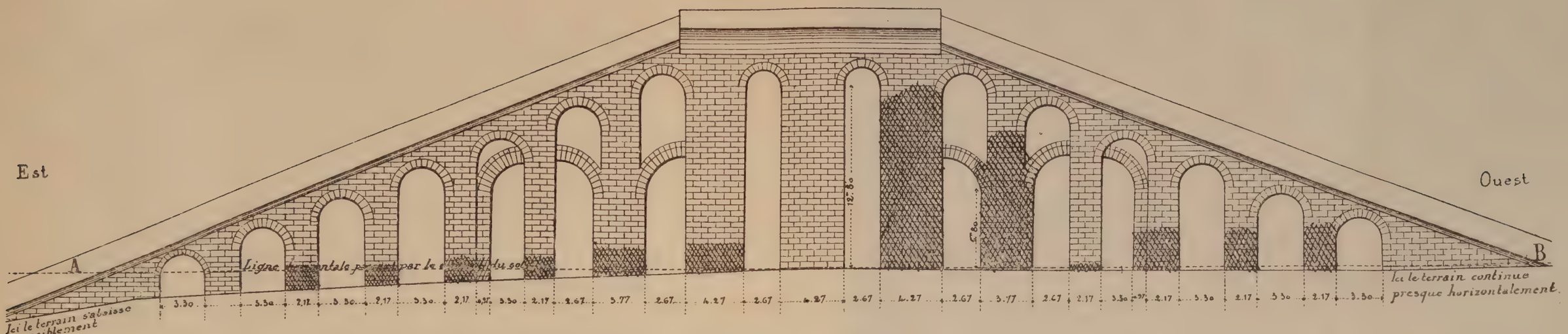


Fig. 8. - Restitution du monument des tourillons, par M. Gabut.

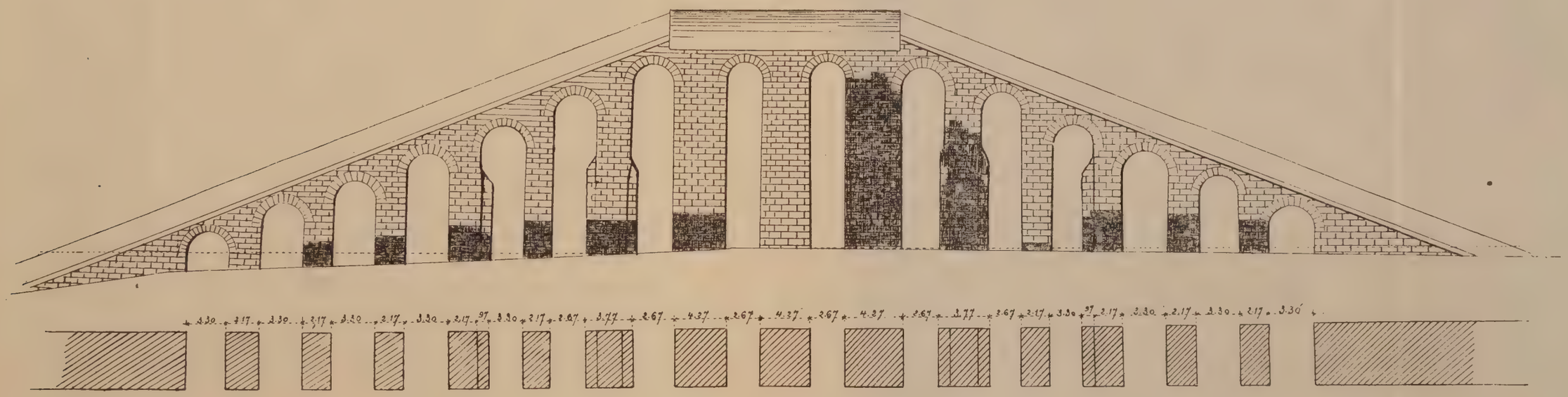


Fig. 9 — Restitution rectifiée du même monument.

§ IV. — Tracé de l'aqueduc de La Brévenne.

De L'Orgeolle à Montromand. — L'aqueduc de La Brévenne, qu'on est convenu d'appeler ainsi parce qu'il captait, non pas précisément les eaux de cette rivière, mais celle d'une partie de ses affluents, a son origine dans la vallée de L'Orgeolle, au lieu dit *Monoison*, sur la commune d'Aveize. Ce point est à quatre kilomètres environ de Sainte-Foy-l'Argentière, en remontant la route nationale n° 89, de Lyon à Bordeaux, qui descend des hauteurs d'Iseron et de Duerne, et en face de la borne kilométrique 34, mais de l'autre côté de L'Orgeolle, c'est-à-dire sur la rive gauche de ce ruisseau. On ne peut se tromper sur l'emplacement de la prise d'eau, qui occupait une sorte d'esplanade au bas d'un escarpement sur le flanc de la vallée, exactement à la cote d'altitude 616[1]. L'eau y jaillit de tous côtés à travers de nombreux éboulis qui proviennent sans aucun doute, ainsi qu'il sera expliqué plus loin, d'un réseau de galeries de captage effondrées. A quelque distance en contre-bas, on distingue, bien que masqué par des broussailles, le specus de l'aqueduc, où de l'eau vient encore s'engager, mais pour se répandre un peu plus loin dans la prairie par les brèches qui se sont ouvertes. Dès ce point de départ, le canal a la forme voûtée en plein cintre qu'il présentera partout. Il va vers l'amont de la vallée, et par conséquent se rapproche peu à peu du ruisseau. A deux ou trois cents mètres de la prise d'eau, il passe sous l'un des bâtiments de la ferme appelée *Le Moulin de L'Orgeolle*, et à cinq cents mètres plus loin il atteint le ruisseau, un peu plus haut que le petit hameau de *La Mure*. Là, L'Orgeolle est franchie par un ponceau, dont les fondations pourraient bien être précisément celles qui soutenaient l'aqueduc autrefois. Les ouvrages de prise d'eau, barrage, conduits souterrains, qui devaient être établis là pour entraîner une partie des eaux du ruisseau, n'ont pas laissé de traces apparentes; mais ils ne doivent pas être complètement détruits, car on dit qu'en temps de crues abondantes, le canal

1. J'ai opéré le nivellement en partant de la gare de Sainte-Foy-l'Argentière, dont la cote est 424m,30.

6

laisse échapper, plus bas sur la rive droite, de l'eau qui serait en quantité suffisante pour faire tourner un moulin.

Sur cette rive droite, il fait quelques détours le long d'une côte assez abrupte avant d'atteindre la route nationale qui le coupe suivant un angle très aigu, au point précis où s'embranche sur cette route le chemin conduisant au hameau de Montfort, à 750 mètres au delà de la borne kilométrique 33. La cote d'altitude est 614,63 au radier du canal, que l'on aperçoit sur ce chemin à 10 mètres de la route.

Après ce point, l'aqueduc continue à se diriger vers l'ouest, jusqu'au débouché de la vallée de L'Orgeolle dans celle de La Brévenne, et prend alors la direction nord-est, après un angle assez aigu. On domine de haut cette large vallée et les clochers pointus de ses villages disséminés à diverses altitudes. C'est Sainte-Foy d'abord, puis Saint-Genis-l'Argentière. On passe dans le haut du domaine de La Valsonnière, situé sur cette dernière commune. Là, dans un bois, à gauche et en contre-bas d'un chemin auquel l'aqueduc a servi presque continuellement de soutien, s'ouvre un trou béant par lequel on peut s'y glisser. On pourrait même s'y engager assez loin sans la crainte du manque d'air et des éboulements. Mais en restant à quelques mètres de l'ouverture, on peut suffisamment observer le mode de construction et les dimensions du canal. La voûte est formée de larges dalles assez grossièrement taillées en voussoirs. Elles ne sont reliées par aucun enduit, mais l'extrados est revêtu d'une gaine de mortier qui rend sa surface à peu près unie, et dont quelque peu a coulé dans les interstices. L'épaisseur de la voûte (fig. 10) est de $0^m,45$, sensiblement la même à la clef et aux naissances. L'intrados est également garni d'une croûte de mortier qui porte l'empreinte des couchis sur lesquels s'appuyait la voûte en construction; il en résulte un profil intérieur polygonal; le mortier s'est glissé dans les joints des couchis, et les

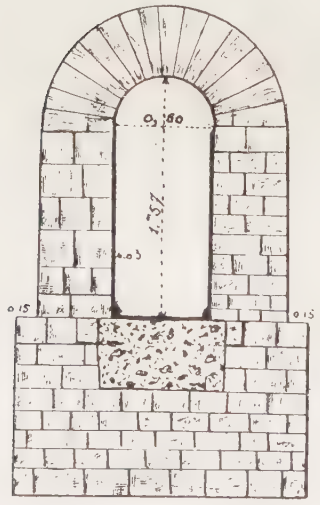


Fig. 10. — Coupe de l'aqueduc à La Valsonnière.

raies longitudinales formées par ces bavures font une saillie très nette. La largeur du canal entre les piédroits revêtus de leur enduit lisse est de $0^m,60$, et la hauteur sous clef, depuis le radier, $1^m,57$. L'épaisseur des piédroits est sensiblement la même que celle de la voûte, avec tendance à la dépasser extérieurement d'un ou deux centimètres. Au-dessous des piédroits est une substruction d'un mètre de haut à peu près, qui fait, des deux côtés et en dehors, une saillie de $0^m,15$. Ce massif est creusé en son milieu sur une profondeur de $0^m,40$ et sur une largeur variable, au moins égale à l'intervalle des piédroits; dans cet évidement est tassé le béton qui soutient le radier ; l'épaisseur de la couche de ciment qui constitue celui-ci et qui revêt aussi les piédroits jusqu'à la naissance de la voûte est de $0^m,03$ [1].

A cent mètres plus loin, le chemin commence à descendre, et l'on retrouve l'aqueduc de l'autre côté. On parvient à le suivre à travers les bois grâce aux traces rencontrées de distance en distance; tantôt c'est la voûte dont la saillie se dessine par un bombement continu du sol, tantôt c'est un trou étroit qui permet de passer le bras et de palper la courbure intérieure, tantôt c'est la paroi en ciment qui, sur une certaine longueur, garnit le talus de quelque sentier. Il m'a été possible de suivre ainsi le tracé dans tous ses détours, et de constater, à l'aide de la mire et du niveau, qu'il suivait une pente régulière, sans aucune des anomalies qu'on avait cru rencontrer d'après l'examen d'une carte mal cotée, au-dessus du hameau de *La Chapelle* et au bois *des Cures* [2].

Ces versants aux mille replis sont sillonnés par un grand nombre de ruisseaux que franchissait l'aqueduc et dont il devait recueillir les eaux au passage. Aucune trace bien apparente ne peut se reconnaître, soit des ponts sur ces petites vallées, soit des chambres ou rigoles de captage. Quelques indices seulement, dont il sera parlé au chapitre concernant les prises d'eau, peuvent faire supposer la façon dont ces captages s'opéraient.

1 Une partie seulement de ces mesures a été relevée à La Valsonnière, où l'on ne voit pas les fondations. Elles ont été complétées sur les vestiges visibles en différents autres points du parcours.

2. Gabut, *Revue du Lyonnais*, loc. cit.

De Montromand à Chevinay. — Après s'être engagé profondément dans une gorge dominée par les hauteurs de Duerne, le canal revient sur les bords de la grande vallée, au-dessus du village de *Montromand*, et accompagne dans ses détours le chemin vicinal n° 25 qui conduit à Iseron. Il le coupe au delà de Montromand, vers l'endroit appelé *Gigandon*, entre les cotes 600 et 595. On en voit quelques traces dans le talus, puis de l'autre côté de la route, au-dessus de la ferme du *Treuil*. Il fait un coude brusque au-dessus du hameau de *La Barge*, traverse un ruisseau très encaissé et s'engage dans la jolie vallée des *Aguettants*, où l'eau perce en abondance dans le creux d'une vaste prairie, vers le niveau même où l'aqueduc faisait son contour. En suivant ce niveau, on passe aussitôt après au hameau de *La Maillardière*, et l'on arrive au col de *Noyery*, vers *La Croix-de-Ville*, entre le crêt de *Monclay* et le crêt de *Montrosier;* le niveau de l'aqueduc étant à quelques mètres au-dessous de la ligne de faîte de ce col, il doit le franchir par un souterrain de quelque trente ou quarante mètres de long, dont on n'aperçoit d'ailleurs ni l'entrée ni la sortie. On se retrouve alors sur le versant direct de la vallée de La Brévenne, au-dessus du hameau de *Pomeyrieu*, où l'on est déjà sur la commune de Courzieu.

Après avoir enfoncé une pointe aiguë dans un creux de vallée où une source se dissimule sous un épais couvert de ronces où devait se trouver quelque dispositif de captage, l'aqueduc passe au-dessous de la croix du *Bouchet* et dessine une boucle arrondie pour contourner le crêt de Monclay. On le retrouve au-dessous de la ferme de *La Verrière*, dans le fond du vallon de *Sotizon*, puis à un kilomètre plus loin, au-dessus du hameau de ce nom, à l'endroit où un chemin qui monte, partant de Sotizon, se croise avec le chemin vicinal de Courzieu à Iseron; on y voit, sur plusieurs mètres de longueur, une tranchée longitudinale de l'aqueduc, montrant un des piédroits intact, revêtu de son enduit lisse, et prolongé par la coupe verticale du radier; cette coupe fait voir nettement la ligne de séparation de la couche de ciment avec la masse de béton qui est au-dessous, épaisse de $0^{m},40$.

Entre La Verrière et Sotizon a lieu une première chute d'altitude assez considérable, qui, sur cet espace d'un kilomètre, abaisse le

niveau de l'aqueduc de la cote 590 à la cote 563. (V. le profil en long Pl. IV.)

Un parcours de quatre à cinq kilomètres sépare Sotizon du hameau de *Lafont*, au-dessus du village de *Courzieu*. Dans cet intervalle, on peut voir le canal ouvert et y pénétrer comme à La Valsonnière, au lieu dit *Chapon*, au bas du hameau de *Biternay*, où sa ligne, très apparente, forme la limite entre les héritages qu'il traverse. Ici, la largeur est un peu plus considérable, et atteint $0^{m},78$, tandis que la hauteur sous clef, un peu plus forte aussi, est de $1^{m},65$.

A Lafont, le canal passe sous plusieurs maisons, notamment au coin de l'écurie Guerpinier, où j'ai pu relever encore ses dimensions, qui ne diffèrent pas des précédentes.

De Chevinay au col de Mausouvre. — Du territoire de la commune de Courzieu, l'aqueduc passe sur celui de *Chevinay*, où se trouve un des accidents les plus intéressants du tracé. C'est ici, en effet, que vont commencer les fortes dénivellations. (V. Pl. IV.) On avait eu jusqu'alors avantage à maintenir le niveau élevé, qui permettait un développement moindre, offrait la possibilité de profiter des cols au lieu de suivre tous les contours des montagnes, et une facilité plus grande pour le captage des eaux au voisinage de leurs sources, presque toutes situées dans les régions supérieures. Or, c'est justement à cause de l'existence de sources nombreuses aux abords de Chevinay, beaucoup au-dessous du niveau conservé jusque-là, qu'on fut conduit à abaisser celui-ci avant d'y être contraint par le relief du sol. En bas du lieu dit *Vernay*, que domine le mont Châtel, un fond de vallée, élargi en forme de cirque, réunit plusieurs petits cours d'eau qui sillonnent les pentes environnantes, tandis que des sources claires y jaillissent de toutes parts; le tout forme le ruisseau du *Pleinet*. Les ingénieurs romains chargés de pourvoir d'eau la ville de Lyon n'eurent garde de laisser échapper cet important surcroît qui s'offrait et firent descendre leur aqueduc au niveau voulu pour le capter. Ces captages n'ont pas plus laissé de traces visibles en cet endroit que l'aqueduc lui-même, mais nous aurons l'occasion d'étudier bientôt la façon dont on peut se les représenter.

Entre Le Vernay (radier le long du chemin vicinal n° 24) et le

premier point visible au-dessous du cirque dont il vient d'être question, j'ai mesuré exactement la dénivellation, qui est de 73m,55. Cet endroit, en face du village de Chevinay, qui se voit à trois ou quatre cents mètres de l'autre côté du Pleinet, est à l'altitude de 480 mètres, et se nomme *Les Thus*[1], mot qui désigne les ruines mêmes de l'aqueduc. Quoi qu'il en soit de l'origine de ce vocable bizarre, les *thus* de Chevinay présentent un aspect digne d'attention : ils forment sur près de cinq cents mètres une longue bande de maçonnerie à découvert, servant de soutènement au chemin qui conduit à *Saint-Pierre-la-Palud.* Ce massif est effondré en maint endroit par où l'intérieur du canal est accessible. Les intervalles couverts servent aux habitants de Chevinay pour y remiser leurs instruments de travail, leur bois de chauffage, etc. On peut donc ici mesurer facilement toutes les dimensions : la hauteur et la largeur sont pareilles sensiblement à celles qui ont été relevées à Biternay, soit 0,79 de largeur entre les parois lisses pour 1m,69 de hauteur sous clef. Mais il y a quelques différences avec le profil de La Valsonnière en ce qui concerne les garnitures de béton et de ciment (fig. 11). Le béton, au lieu de former simplement la semelle du radier, se prolonge aussi dans l'épaisseur des piédroits, et le revêtement superficiel en ciment est plus mince. Enfin, la voûte est moins épaisse que les piédroits, et l'extrados est protégé par une enveloppe de maçonnerie qui le surmonte de quelques centimètres et fait de l'ensemble un massif rectangulaire.

Au delà des Thus, sur la commune de Saint-Pierre-la-Palud, l'aqueduc se voit au-dessus du hameau du *Mas*, près de l'endroit où la route venant de Pollionnay rejoint celle qui conduit à Sain-Bel. Il fait ensuite une double boucle, franchit le col de *Marmion*, au-dessous du crêt de même nom, et arrive sur la commune de *Sourcieux*. Entre Les Thus et Marmion, dans un certain espace que je ne saurais préciser[2], a lieu une nouvelle chute d'altitude,

1. Cette dénomination n'est pas spéciale aux ruines de Chevinay : on dit un peu partout dans la région *thus* ou *trou* de Sarrasin, indifféremment. *Thus* est donc peut-être une simple corruption patoise du mot trou. D'autres assignent à ce mot des origines plus lointaines et plus arcanes. Je n'aborderai pas la discussion.

2. Ce doit être peu après Le Mas, car cette chute devait avoir pour but de capter, au fond de l'étroite vallée où se dessine cette longue boucle rentrante qui fait suite à la boucle saillante du Mas, une série de sources dont les eaux sont actuellement recueillies dans un grand bassin réservoir établi par la Compagnie de Saint-Gobain, pour l'approvisionnement d'eau de ses usines à Saint-Pierre-la-Palud. Ce bassin est précisément vers le point de rebroussement de l'aqueduc.

si bien que la cote, qui était de 480 aux Thus, n'est plus à Marmion que d'environ 450.

Après avoir passé au hameau du *Crêt*, et avoir dessiné un large demi-cercle autour d'un vaste mamelon où il est visible au lieu dit *Le Jeannot*, le canal s'enfonce ensuite dans la gorge de

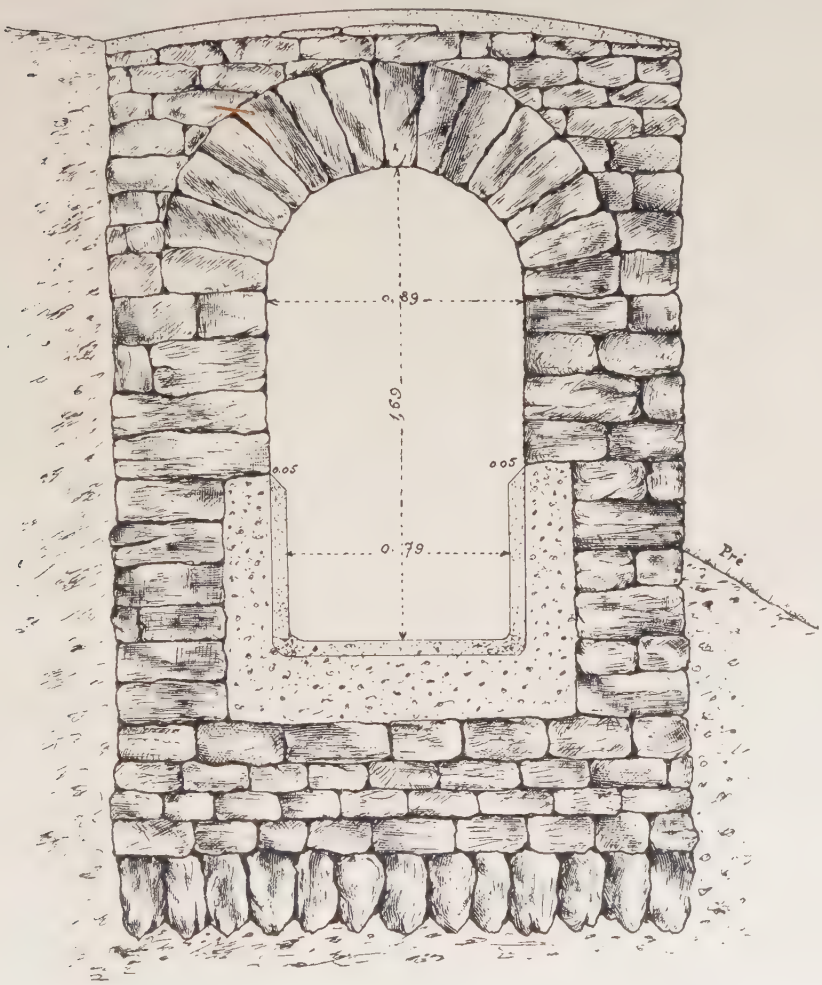


Fig. 11. — Coupe de l'aqueduc près de Chevinay *(aux Thus)*.

Mercruy, où il recueillait certainement de nouveaux apports. Un peu plus loin, il passe près de la cave de la maison Boisset, situé au carrefour que forment deux chemins, l'un qui vient du hameau *Le Crêt*, précédemment cité, l'autre qui monte sur les hauteurs de Mercruy et qu'on appelle chemin de *Chuollet;* dans le

premier, on peut voir l'extrados de la voûte, dans le second, un ruban du radier.

Mais bientôt ces hauteurs des monts du Lyonnais s'abaissent, et leur masse se rétrécit suffisamment pour permettre à l'aqueduc de passer sur leur versant opposé sans être obligé d'aller jusqu'à leur extrémité, au-dessus de L'Arbresle. Ce passage a lieu au col de Mausouvre, à la cote 435, au-dessus de Lentilly. Contrairement à ce qu'a pensé M. Gabut, un passage souterrain ne fut ici nullement nécessaire ; les dénivellations précédentes ont, au contraire, été calculées de manière à atteindre ce col exactement au niveau de sa ligne de faîte ; les indications des cultivateurs qui ont découvert le canal en plusieurs endroits vers le point de passage m'ont permis de déterminer ce dernier avec la plus rigoureuse précision. L'aqueduc est donc là, comme ailleurs, en simple tranchée couverte, le sommet de la voûte n'étant qu'à un mètre ou un mètre cinquante au-dessous du sol.

Du col de Mausouvre au Rafour. — La vallée de La Brévenne est désormais derrière nous, de l'autre côté des montagnes. Nous allons descendre rapidement vers le plateau lyonnais. Entre Mausouvre et le domaine de Chantemerle, le canal a été découvert en de nombreux points, que séparent des chutes de quelques mètres, et le niveau dans cet intervalle s'abaisse en tout de vingt mètres environ. Sur les terres de *Chantemerle*, on peut suivre sur plus de cent pas l'extrados de la voûte qui forme corniche le long d'un chemin sensiblement en palier. Plus bas, à *La Rivoire*, le canal se voit très nettement dans la cave de la maison Charmillon ; on y constate les mêmes dimensions qu'aux thus de Chevinay. Le niveau est descendu à 390. Laissant Lentilly au nord, le canal oblique alors sensiblement vers l'ouest, et à deux kilomètres après La Rivoire, est visible au-dessous du hameau de *La Chaux*, au lieu dit *Cauquit*, à droite et à gauche du chemin de *Roy*, qui va du *Bricollet* au bois *Signel*. Le nivellement, effectué par rapport à la cave Charmillon, m'a donné en ce point la cote 347. Nous sommes donc encore descendus de 43 mètres et, en tout, depuis Mausouvre, de près de 90 mètres sur moins de trois kilomètres.

On voit, d'après la carte d'Artaud (Pl. I), que Delorme a cru à l'existence d'un siphon joignant le hameau de La Chaux au

AQUEDUC DE LA BRÉVENNE

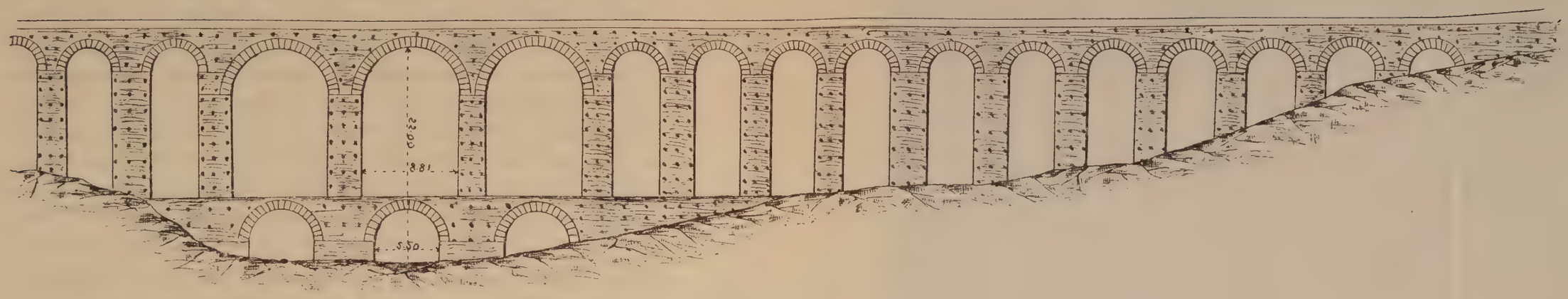


Fig. 12. — Restitution par Flacheron du pont-siphon de l'aqueduc de La Brévenne, à Grange-Blanche.

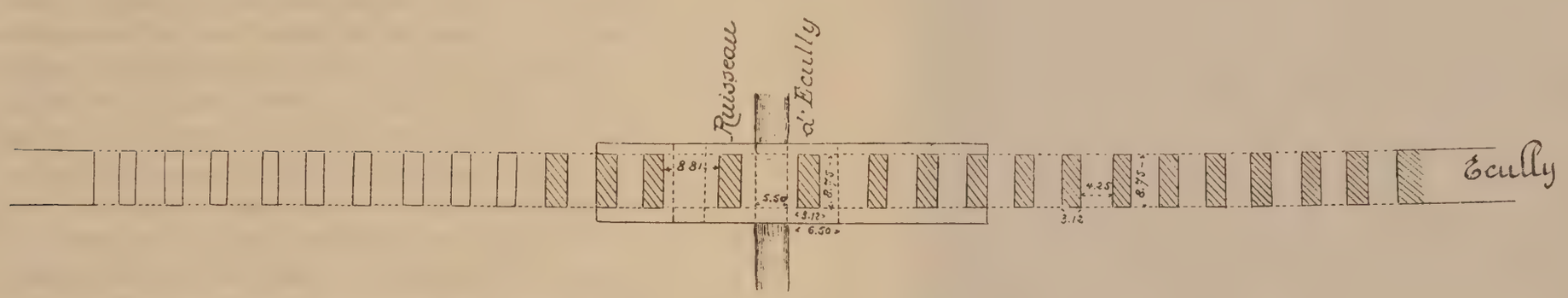


Fig. 13. — Alignement des piles.

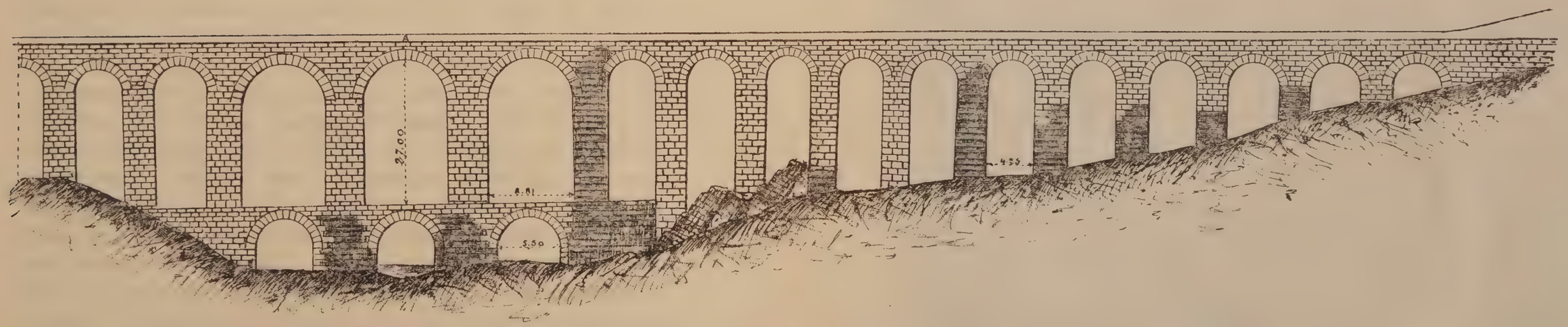


Fig. 14 — Etat actuel des piles du pont de Grange-Blanche par rapport au monument restitué. (Modification d'un dessin de M. Gabut).

plateau de Salvagny. C'est une erreur, qui a été commise aussi par Flacheron. Rien ne justifie l'hypothèse d'un siphon. L'aqueduc franchissait la dépression, très allongée entre ces deux points, probablement d'abord par quelques arcades, aujourd'hui disparues, ensuite sur un long massif de substructions qui s'étendait en ligne droite, en diminuant progressivement de hauteur sur la terrasse légèrement inclinée dite des *Grandes-Terres*. Cette épaisse muraille existe encore sur près de 200 mètres de longueur, dissimulée dans un épais taillis. Longtemps respectée, elle se morcelle et s'abaisse à présent de jour en jour, car les gens du pays se sont avisés d'y prendre les matériaux de construction dont ils ont besoin. On peut la suivre encore jusqu'à la hauteur de la borne kilométrique 38 de la route nationale n° 7, de Lyon à Roanne, qui lui est ici à peu près parallèle, à deux ou trois cents mètres au nord, et qui, à partir de cette borne, descend vers le bas de Lentilly. L'aqueduc, dont la pente est en sens inverse grâce à ses substructions, rentrait sous terre non loin de là, en tranchée couverte, en se maintenant un peu plus bas que le bord du plateau de Salvagny. Continuant en ligne droite, il passe au-dessous et au sud du village de *La Tour-de-Salvagny*, vers le hameau de *La Pussetière,* où on le voit dans la cour de la maison Pitrat.

A partir de là, Flacheron a perdu sa trace; ayant cru le reconnaître dans la gorge de *La Beffe*, au-dessous du hameau de ce nom, il l'a prolongé du côté de Tassin, et a supposé le point de départ du siphon sur les confins des communes de Tassin et de Charbonnières; il fait d'ailleurs aboutir ce prétendu siphon au réservoir des Massues, qui est, en effet, le terme du siphon authentique de Grange-Blanche.

Le tracé réel est celui-ci. Après avoir traversé la route nationale au-dessous et à l'est de La Tour-de-Salvagny, à deux cents mètres à peine de ce village, par un redressement vers le nord-est, l'aqueduc continue dans cette direction vers *La Brochetière*, sur la commune de *Dardilly;* puis, se retournant au sud-est, passe aux hameaux du *Clair* et de *La Crépillière*, au-dessous de Dardilly-le-Haut; après avoir côtoyé le flanc de la colline sur l'arête de laquelle sont bâtis les deux Dardilly, il profite d'un col avant Dardilly-le-Bas pour passer de l'autre côté de cette arête, et, après un rebroussement vers le nord qui l'amène jusqu'au *Dodain*, il fait là un

nouveau contour en sens inverse pour gagner *Les Bruyères*. De là, en droite ligne nord-sud, il descend sur Ecully en se maintenant sur le plateau, et, un peu avant ce village, arrive au lieu dit *Le Rafour*, section B, parcelle n° 396 du cadastre. Là se trouvait le réservoir de chasse d'un siphon qui, franchissant le ruisseau des Planches sur un pont à hautes arcades, aboutissait de l'autre côté de la vallée à un réservoir de fuite (fig. 16), dont le rampant et la substruction sont encore debout dans l'enclos d'une propriété privée, au-dessous du Point-du-Jour, au lieu dit *Les Massues*, anciennement *Le Massut*, dénomination provenant sans doute de cette massive construction.

Siphon de Grange-Blanche. Arrivée à Lyon. — Le réservoir de chasse a disparu sans laisser la moindre trace. Mais on ne peut guère l'imaginer ailleurs qu'au Rafour d'Ecully, eu égard à la position de ce point par rapport aux arcades; il est exactement dans leur alignement; par rapport au relief du sol, il est au bord de la déclivité; enfin, par rapport à l'altitude du réservoir de fuite, qui est à la cote 287, Le Rafour offre la cote 305, c'est-à-dire la hauteur voulue pour que la pression soit suffisante.

Le pont à siphon passait au-dessus du ruisseau des Planches, au lieu de Grange-Blanche, à peu près en face de la station d'*Ecully-La-Demi-Lune*, du chemin de fer de Lyon à Montbrison. La ligne des piliers restés debout sert de limite aux propriétés Barrier et Récamier. C'était un ouvrage des plus considérables et des plus imposants; moins paré et moins élégant que le pont de Beaunant, dont il sera parlé plus loin, il avait encore plus de longueur et d'élévation, bien que le siphon par lui-même fût moins long et moins plongeant. Mais, outre que ces ruines sont dissimulées par les hauts arbres qui les environnent, ce qui subsiste représente à peine la vingtième partie de la construction intacte. Vers 1825, on voyait encore debout les trois arcades principales, celles du thalweg, qui reposaient sur un massif percé d'une arche. Le pont était donc à deux étages, mais sur une très faible longueur. Ces trois arcades se sont écroulées en 1826; un dessin de Chenavard, reproduit par M. Steyert[1], fait voir l'aspect

1. *Ouvr. cité*, p. 224.

que présentait leur ensemble. Il n'en reste plus rien aujourd'hui, pas même les tronçons du massif qui les soutenait et qu'a pu voir encore Flacheron. Cet architecte a dessiné une reconstitution fort vraisemblable de l'ensemble du monument (fig. 12 et 13) [1]. Une seule erreur, légère, y est à relever, consistant dans la substitution de trois arches de base à l'arche unique, vue et représentée par Chenavard. Flacheron a également pris soin de faire un nivellement depuis la Saône jusqu'au ruisseau, à son passage sous le pont; d'après cette opération, le point en question est à $32^{m},10$ au-dessus de la Saône, à l'étiage, dont la cote d'altitude est 162 mètres. La hauteur du tablier du pont au-dessus du ruisseau étant estimée à 22 mètres, nous arrivons à $216^{m},10$ pour la cote de niveau de ce tablier; et Le Rafour étant à 305 mètres, la charge au bas du siphon était donc de 89 mètres en nombre rond.

La distance des piles qui se dressent encore sur la rive gauche du ruisseau est de $4^{m},25$, représentant l'ouverture des arcades latérales ; les arcades centrales étaient beaucoup plus ouvertes, soit de $8^{m},81$, d'après le dessin de Flacheron (fig. 12). La largeur du pont, donnée par la dimension transversale des piles, était de $8^{m},15$; et quant à la longueur, qu'on ne peut déterminer avec une certitude complète, elle dépassait 200 mètres.

Les vestiges actuels, tous sur la rive gauche, se réduisent à dix tronçons inégaux de piles, dont le plus éloigné

Fig. 15. — Débris d'une pile au pont-siphon de Grange-Blanche.

1. Il le considérait, ainsi qu'il a été dit plus haut, comme le pont-siphon de l'aqueduc du Mont-d'Or.

du thalweg devait appartenir à la seconde à partir de la culée. En comptant ces tronçons par ordre depuis celui-ci (fig. 12 et 14), on distingue facilement les quatre premiers, qui s'élèvent à des hauteurs variant de deux à cinq mètres ; le sixième se réduit à une fondation au ras du sol ; le huitième et le neuvième se sont écroulés du côté de l'amont de l'aqueduc et gisent en masses informes qui permettent encore cependant de les distinguer l'un de l'autre ; le septième est dans un état comparable à celui des quatre premiers. Mais deux seulement, le cinquième et le dixième, se dressent encore bien nets jusqu'à leur sommet, c'est-à-dire jusqu'à la nais-

Fig. 16. — Réservoir de fuite du siphon de l'aqueduc de La Brévenne, aux Massues.

sance des arceaux. Le dixième surtout (fig. 15) produit un bel effet par sa puissante masse et son élévation. Il repose sur un reste de soubassement.

On trouvera reproduite (fig. 14), à côté du dessin tel quel de Flacheron, une vue de la disposition actuelle de ces ruines superposée à ce même dessin dans lequel l'étage du bas doit être supposé un peu différent, c'est-à-dire avec une seule arche, conformément au croquis de Chenavard. On voit qu'il devait y avoir vingt-cinq arcades, sans compter l'arche inférieure. L'intérieur des piles est une maçonnerie de blocage, établie suivant le procédé qui sera décrit ; le parement est fait de petits matériaux

rectangulaires de $0^m,15$ à $0^m,20$ de largeur sur $0^m,05$ à $0^m,10$ de hauteur.

Après leur passage sur ce pont, les tuyaux de conduite remontaient le long de la pente en face d'Ecully et se dirigeaient en obliquant un peu à l'ouest, vers le réservoir des Massues, peut-être en faisant un coude à un endroit donné, comme l'indique la carte d'Artaud, peut-être par une série de coudes moins accusés. Du réservoir lui-même (fig. 16), précédé de quatre arcs rampants, il ne reste que le radier, autour duquel on a élevé un petit mur à hauteur d'appui pour en faire une terrasse-belvédère. On ne voit donc pas la trace des trous par où venaient déboucher les tuyaux. Le mode de construction du massif de support est pareil à celui du pont-siphon.

Ce réservoir de fuite n'était pas à la fois un réservoir de distribution. Il était suivi d'arcades sur lesquelles les eaux continuaient leur cours en canalisation libre. D'après Flacheron comme d'après la carte d'Artaud, elles s'en allaient à un autre réservoir du côté de Trion. Cette question sera reprise au chapitre de la distribution.

§ V. — Tracé de l'aqueduc du Gier.

Aperçu général. — Cet aqueduc, le dernier en date, est tout ensemble le plus étendu, le plus en vue et le plus parfait. Il dénote encore plus que les autres une forte unité de conception et de direction. Les procédés de construction s'y montrent exactement les mêmes d'un bout à l'autre, la pente en est sensiblement régulière ; ses ouvrages d'art apparents sont, sinon plus hardis ou plus ingénieux, du moins à la fois plus solidement et plus élégamment établis ; en outre, ils sont incomparablement plus nombreux. Sans égaler à beaucoup près, par la majesté de ses ruines, les grands aqueducs de Rome, celui-ci atteste d'une manière peut-être encore plus frappante un savoir et une expérience de l'art hydraulique que ne désavoueraient pas les plus habiles de nos ingénieurs modernes. Connu pour toutes ces raisons bien mieux que les trois précédents, il était donc aussi plus facile à suivre sur toute l'étendue de son parcours. Néanmoins, bien des détails importants restaient encore à rectifier ou à préciser, comme on le verra, et cela seul valait qu'on en reprît entièrement l'étude.

La prétendue branche du Furens. — « C'est au pied de Pila (Pilat), dit Delorme dans son mémoire de 1760, que les Romains recueillirent les eaux des rivières et du ruisseau qui descendaient à l'Occident de cette haute montagne pour les conduire à Fourvière. La rivière de Furand [1] coule vers le Midi jusqu'à Saint-Etienne, d'où elle va à l'Occident se perdre dans la Loire. Le ruisseau de Janon a sa direction vers l'Occident, et vient déboucher au-dessous de Rochetaillée, dans le lieu appelé la *crase de Janon* [2], et va au Nord se jeter dans le Gier à Saint-Chaumond (Saint-Chamond). La direction du Gier en descendant de la montagne tend au septentrion et passe à Saint-Chaumond, après avoir reçu Janon et Langonan, d'où elle porte ses eaux à l'Orient dans le Rhône. Le cours de Furand est plus long pour parvenir au bas de la montagne que n'est celui du Gier, et ses eaux en sont aussi beaucoup plus abondantes après la réunion d'un ruisseau qu'il reçoit au-dessus de Saint-Etienne, de même que le Gier en fournit plus que le Janon.

« Il est certain que les eaux de Janon, de même que celles de Gier furent conduites à Fourvière, et il est très probable que les eaux de Furand eurent la même destination [3]. »

L'auteur atténue un peu l'affirmation qui concerne le Furens : il faut la réduire à néant, car il est plus qu'improbable que les eaux du Furens aient jamais été conduites du bassin de la Loire dans celui du Rhône pour alimenter la ville de Lyon. L'hypothèse pouvait être émise au temps de Delorme, lequel avoue d'ailleurs n'avoir jamais fait que des recherches infructueuses pour établir son authenticité. Mais, pendant tout le cours du XIX^e^ siècle, le sol et le sous-sol entre Saint-Etienne et Terrenoire, c'est-à-dire dans la région où aurait pu passer cette branche d'aqueduc, ont été tellement fouillés et remués dans tous les sens par l'exploitation des mines, que si elle eût été réelle on l'aurait inévitablement découverte et signalée. Delorme, il est vrai, amorce un peu plus loin une autre hypothèse : « Il faut croire, dit-il, que mieux

1. Cette manière d'écrire est employée conjointement avec l'orthographe *Furens*, plus rationnelle et d'ailleurs plus ancienne. La prononciation est la même : c'est en se modifiant à la française qu'elle a donné lieu au changement d'écriture.

2. Cet endroit, au-dessus de Terrenoire, s'appelle aujourd'hui simplement *Janon*. Un peu plus haut est la localité de *Quatre-Aigues*, qui justifierait le mot de *crase* (mélange).

3. Delorme, *Recherches sur les aqueducs de Lyon*, p. 14.

instruits ils faisaient passer plus commodément les eaux de Furand dans le ruisseau de Janon, au village de Rochetaillée qui est sur la montagne à une lieue en deçà de Saint-Etienne, où l'une et l'autre rivière coulent dans de profonds vallons, mais dont les grandes pentes peuvent fournir les moyens de prendre et d'élever les eaux dans un vallon pour les faire passer dans l'autre [1]. » Ce serait possible, en effet, mais cela n'est pas. Toutes les sources supérieures du Furens jusqu'à Rochetaillée ont été reconnues, captées en partie pour l'adduction d'eau à la ville de Saint-Etienne, et nulle part on n'a vu trace de captages ou de dérivations antiques dans cette haute vallée [2]. Mais cette conjecture vague de Delorme a suffi à quelques Stéphanois férus d'archéologie pour croire à une communication souterraine établie par les Romains entre la vallée du Janon et celle du Furens ; ils prétendent même qu'on apercevait encore, il y a une cinquantaine d'années, en remontant cette dernière vallée, au-dessous du village de Rochetaillée, l'ouverture du tunnel par où cette communication se serait opérée. Mais j'ai cherché inutilement à en découvrir quelque trace. C'est là une de ces légendes [3] contre lesquelles il faut prudemment se tenir en garde.

Au surplus, rien ne prouve mieux, ici encore, les fructueux travaux de Delorme et sa sagacité dans la seconde période de ses recherches que l'examen de la carte d'Artaud (Pl. I), seul résultat malheureusement qui subsiste de celles-ci Il n'a représenté aucune conduite unissant les eaux du Furens à celles du Gier, tandis qu'il n'a pas hésité à tracer cette branche d'aqueduc du Janon qu'il avouait, en 1760, n'avoir pas plus retrouvée que celle du Furens.

1. *Ibid.*, p. 18.

2. Je tiens cela de source assurée, l'ayant entendu certifier par l'auteur même de ces grands travaux, M. de Montgolfier.

3. Rapprochement curieux : Pline l'Ancien se fait l'écho, dans son *Histoire naturelle* (XXXVI, 24), d'une croyance populaire analogue, d'après laquelle l'eau *Marcia*, qui alimentait Rome, serait venue du pays des Marses dans la vallée de l'Anio en traversant la montagne. « *Oritur* (*Marcia*) *in ultimis montibus Pelignorum : transit Marsos et Fucinum lacum, Romam non dubie petens. Mox in specus mersa, in Tiburtina se aperit, novem millibus passuum fornicibus structis perducta.* » Cette légende était probablement favorisée par la similitude des syllabes, *Marcia*, *Marsi*, ainsi que le fait ressortir le vers de Stace (*Silves*, I, 5), propagateur de la même légende :

Marsas... nives et frigora ducens
Marcia.

Branche accessoire de Janon. — Cette branche de Janon existe fort bien, en effet. Tout dernièrement, au cours de l'été de 1906, le canal fut mis à jour non loin de *Quatre-Aigues*, tout près du ruisseau sur sa rive gauche, à une profondeur de $2^{m},50$ au-dessous du sol. L'eau y coulait en assez grande abondance, si bien qu'on examina le projet, non encore mis à exécution, d'utiliser cette eau et cette conduite pour l'alimentation de la ville de Terrenoire. Les faibles dimensions du canal (0,30 sur 0,40 environ) ne justifieraient guère l'hypothèse mentionnée ci-dessus de la communication avec le Furens, dont le débit, plus considérable que celui du Gier, aurait nécessité tout de suite une large et haute section pour l'aqueduc.

On prétend, d'après d'anciens plans, qu'un peu plus haut existait encore, au XVII[e] siècle, un bassin d'origine antique, qui aurait été le point de départ de l'aqueduc. Mais ce réservoir lui-même devait être rempli, en partie par un bief de dérivation installé en amont sur le cours du ruisseau de Janon, à Quatre-Aigues, en partie par des conduits étroits, sortes de drains qu'on a découverts en plusieurs endroits, et qui devaient recueillir en une veine commune les eaux fraîches et pures amassées par les versants de ce fond de vallée. De cette façon, l'aqueduc ne tarissait pas.

La carte d'Artaud, qui place fort exactement l'origine de ce canal de Janon, porte inscrite plus loin une erreur, qui consiste à lui faire suivre sur toute sa longueur la rive gauche du ruisseau. Il partait en effet de la rive gauche, mais très peu au-dessous de l'endroit où on l'a découvert, il passait sur la rive droite ; dès lors il ne la quitte plus. Au hameau de Janon, à un kilomètre en amont de Terrenoire, plusieurs fontaines doivent à son voisinage un bon débit et une eau excellente. Après Janon, il fait comme le ruisseau lui-même un angle droit pour se diriger vers le Nord-Est et se développe sur les flancs de sa vallée à un niveau un peu plus élevé que la ligne du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon. Je crois pouvoir dire, d'après les reconnaissances qui en ont été faites[1], qu'il ne franchissait pas cette ligne, et qu'au lieu de

1. N'ayant pas opéré ces reconnaissances moi-même, je ne puis donner qu'un tracé approximatif. Mais il est dessiné d'après les indications d'un géomètre en chef de la ville de Saint-Etienne, homme de grande expérience, aujourd'hui décédé, M. Marillier, qui s'était livré à de nombreuses recherches à ce sujet, et dont je tiens le témoignage pour absolument sûr.

déboucher, comme quelques-uns le pensent, dans la conduite principale immédiatement en amont ou en aval du pont de *La Petite-Variselle*, dont il sera parlé tout à l'heure, il la rejoignait entre La Martinière et Izieux, à peu de distance du grand bassin d'origine.

Prise d'eau et bassin de départ. — C'est à *La Martinière*, en effet, que M. Paul de Gasparin, l'auteur du Mémoire que j'ai déjà signalé et qui fut couronné en 1855 par l'Académie de Lyon [1], place après Delorme et Flacheron la naissance de la branche principale de l'aqueduc, la seule d'ailleurs dont il s'occupe et qu'il veuille reconnaître. La Martinière est un petit hameau, situé à un kilomètre en amont du village d'*Izieux*, tout au bord du Gier. Là commence, en effet, l'aqueduc proprement dit, mais la prise d'eau sur la rivière était en réalité à quatre ou cinq cents mètres plus haut, à l'endroit appelé *L'Haya* (fig. 17, hors texte), où le cours du Gier s'engage dans un couloir étroit. Bien que le barrage de prise d'eau, tel qu'il était alors, n'existe plus, son emplacement est parfaitement indiqué [2]. A la suite, s'ouvrait, sur la rive gauche, le bief, dont il restait encore des traces, dit-on, il y a une vingtaine d'années. C'était une tranchée assez large et non couverte que les nouvelles constructions d'une usine ont fait disparaître. Il aboutissait à un bassin situé immédiatement en aval de cette usine, et de l'autre côté de la route de Saint-Chamond à La Valla, qui la côtoie. On est ici à l'entrée de La Martinière, au point appelé autrefois *Le Moulin-Neuf*. Une cuvette, de forme à peu près circulaire, marque nettement et limite l'emplacement de ce bassin, qui est exactement à la cote d'altitude 405,25. Un bord de cette cuvette a été utilisé en 1865 pour l'installation du réservoir qui distribue les eaux à la ville de Saint-Chamond. Ce sont les mêmes eaux que recueillaient les Romains, mais prises à une lieue en amont, au barrage-réservoir de La Rive. La capacité du réservoir moderne de La Martinière est de 2.200 mètres cubes. Celle du réservoir antique, étant donné qu'il devait avoir à peu

1. Introduction, p. x.

2. Il y a là en effet, comme l'indique la fig. 17, un barrage, qui n'est pas romain, mais dont la construction remonte à plusieurs siècles, et qui repose probablement sur des fondations de l'époque romaine.

près cinquante mètres de rayon, et, d'après Gasparin, cinq à six mètres de hauteur, pouvait contenir 45.000 mètres cubes environ. Il servait de régulateur et en même temps de piscine d'épuration.

De La Martinière au Langonan. Réunion des branches accessoires. — On ne voit plus l'orifice d'entrée du canal à la suite du bassin ; Delorme paraît avoir vu l'emplacement de la vanne à coulisses qui commandait cette entrée. Quoi qu'il en soit, à fort peu de distance de là, on peut commencer à suivre la direction de l'aqueduc, grâce à un certain nombre de tranchées qui l'ont découvert, et en se guidant sur le niveau sensiblement constant auquel il se maintenait. Il passe dans le grand pré Escoffier, où un bourrelet de terrain bordé d'une traînée humide le décèle suffisamment. C'est dans ces alentours que je supposerais de préférence et jusqu'à plus ample informé la jonction avec l'aqueduc afférent de Janon. Dans le chemin de La Martinière à La Variselle, au-dessus du pré ci-dessus indiqué, au lieu dit *Arbos*, sous des marches d'escalier qui donnent accès à une ruelle montante, se voient les restes d'une conduite voûtée. D'après des informations que j'ai recueillies dans la localité, ce serait là le prolongement d'un canal qui aurait recueilli autrefois les eaux du *Rechorey*, ruisseau descendant des hauteurs de *Font-Choreyre*. Mais comme c'est précisément au-dessous de ces mêmes hauteurs que l'on a reconnu l'aqueduc venant de Janon, l'identité pourrait bien exister entre les deux. Il est entendu que je ne présente ceci qu'à titre d'hypothèse, me réservant, s'il y a lieu, de l'approfondir plus tard.

Mais ce qui apparaît comme certain dans tous les cas, c'est que dans cette région supérieure de l'aqueduc, le captage des eaux ne se bornait pas, comme le croyait M. de Gasparin, à la prise principale sur le Gier ; il s'étendait aux cours d'eau accessoires, tributaires directs ou indirects de cette rivière, et en premier lieu, au Janon [1].

1. Flacheron et Gasparin commettent tous deux une erreur un peu naïve en niant l'aqueduc de Janon, sous prétexte que la rivière de ce nom, chargée d'impuretés, ne pouvait convenir à l'alimentation de l'aqueduc. Le premier constatait que le fond et les bords en étaient garnis d'un sédiment ocreux. N'ayant pas pris sans doute la peine de remonter vers Quatre-Aigues, il n'a pas songé que ce sédiment ocreux provenait des usines métallurgiques de Terrenoire, en activité dès 1820. Dira-t-on que les eaux du Furens ou du Gier sont naturellement impures parce qu'on ne les aura vues qu'au-dessous de Saint-Etienne ou de Saint-Chamond ?

Après le pré Escoffier, l'aqueduc traverse le chemin désigné plus haut, puis il passe sous l'ancien cimetière d'Izieux qu'il traverse en diagonale ; on l'y aperçoit au fond d'une excavation pratiquée au pied du mur est, à l'endroit où il y pénètre. A quelques centaines de mètres plus loin, il a été coupé par la tranchée du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, entre le passage à niveau d'Izieux et le pont qui se trouve un peu en amont, exactement à 53 mètres de ce dernier. Lui-même est, à cet endroit, non pas en tranchée couverte, mais en souterrain proprement dit, à une douzaine de mètres au-dessous du sol. Laissant le village d'Izieux à droite, il débouche de cette percée, à peu près à cent mètres au delà du chemin de fer, dans la vallée du Janon. Les retournements du sol, pour la culture, l'ont très souvent découvert dans ces endroits, et l'on se dirige sans se tromper en suivant le niveau, jusqu'au point où devait se trouver la culée du pont sur lequel la conduite franchissait le cours d'eau, au hameau de *La Petite Variselle*.

Ce hameau, situé en grande partie sur la rive gauche du Janon, à deux kilomètres avant Saint-Chamond, est traversé par la route nationale de Saint-Etienne à Lyon. Le pont-aqueduc, qui d'après l'inspection du terrain devait avoir environ cent cinquante mètres de long, n'a laissé de vestiges qu'à son extrémité nord, au delà de la route. On y voit encore, en un alignement perpendiculaire à la direction de cette route, les tronçons de cinq piles, émergeant à peine du sol, assez saillants néanmoins pour que l'on puisse distinguer le parement réticulé et la masse intérieure en maçonnerie de blocage. La distance de ces piles est d'environ quatre mètres d'une face à la face opposée de la pile suivante, et leur section, carrée, est épaisse de $1^{m},50$.

Delorme, sur la carte d'Artaud (Pl. I), fait aboutir la branche de Janon tout près de l'extrémité nord de ce pont, c'est-à-dire après la culée de rive gauche. Il est certain qu'une ramification afférente se soudait ici à l'aqueduc, car un vestige en existait encore en 1851, à quelques mètres avant le point de jonction, cela d'après le témoignage irrécusable de M. Bresson, l'architecte lyonnais [1], qui en fait dans ses notes une mention explicite. C'est

1. V. ci-dessus, Introduction, p. x.

probablement ce vestige qui a déterminé le tracé adopté par Delorme, comme on a vu plus haut, pour la branche de Janon. J'ai dit mon opinion au sujet de celle-ci : et, par conséquent, je crois qu'il s'agirait ici d'une autre branche, issue des collines de *Saint-Jean-Bonnefonds*[1], que l'on retrouvera quelque jour peut-être, qu'on aurait même déjà retrouvée, s'il fallait se fier aux vagues affirmations de certains habitants du pays.

Toujours est-il qu'aussitôt après le pont, et une fois la jonction faite, puisque jonction il y avait, l'aqueduc, comme il est naturel quand deux versants de vallée sont reliés par un pont, se remettait en tranchée dans une direction à peu près perpendiculaire à celui-ci, et dans le sens opposé à celui qu'il suivait auparavant. Il se rapproche donc de Saint-Chamond, mais non pas encore définitivement, car il va, par un assez long contour, s'engager dans la profonde vallée du Langonan, affluent du Janon recueilli par ce dernier à Saint-Chamond même, tout près de son embouchure dans le Gier. Il semble que le contour ait été abrégé par quelques passages en souterrain, notamment au-dessus du vaste enclos de *L'Ollagnière*.

C'est ici, au Langonan, que nous allons rencontrer la première ruine un peu considérable. C'est le reste d'un pont de neuf arcades, dont cinq piles sont encore debout en partie, avec les naissances des voûtes qui s'y appuyaient. On les trouvera représentées (fig. 18, hors texte), d'après le dessin de M. Bresson, fait il y a une quarantaine d'années : l'état que ce dessin représente diffère peu de l'état actuel. Ces piles, dont une sur la rive droite et quatre sur la rive gauche, présentent cette particularité que leur construction n'est pas uniforme ; leur base est en maçonnerie réticulée, et sur une faible hauteur, tandis que le reste est en pierres plates de dix à douze centimètres d'épaisseur, disposées horizontalement, ce qui laisse à supposer que le pont primitif, une première fois détruit, a été refait, avec un moindre luxe d'appareillage. Ces piles sont espacées inégalement, l'arcade la plus large étant établie au-dessus du lit du ruisseau ; son ouverture est de $6^{m},50$; les

1. Anciennement Saint-Jean *de Bonnes-Fonts*, allusion certaine à l'abondance des eaux vives dans le voisinage.

AQUEDUC DU GIER

Fig. 17. — Prise d'eau de l'aqueduc du Gier à L'Haya, et bassin de départ à La Martinière.

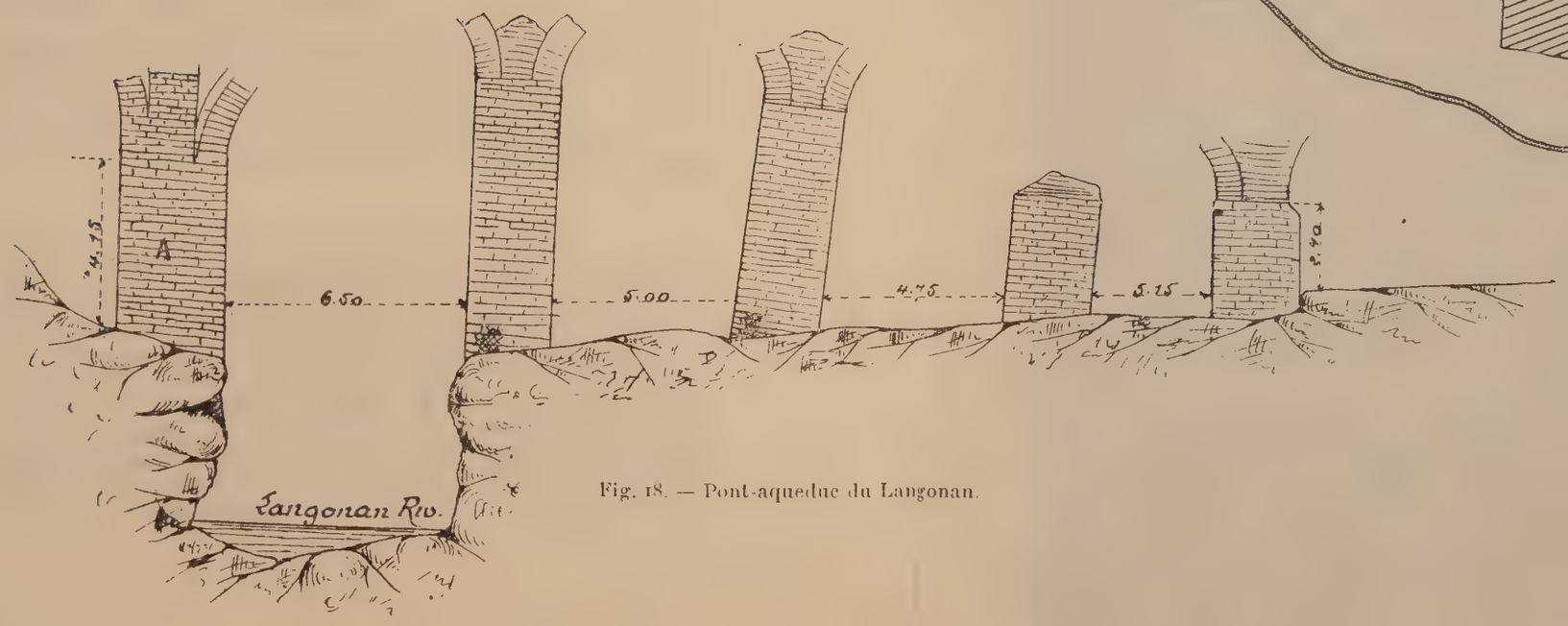


Fig. 18. — Pont-aqueduc du Langonan.

ouvertures des arcades suivantes vont en décroissant : 5 mètres, $4^{m},75$ et $3^{m},15$.

On ne voit pas figurer sur la carte d'Artaud le canal afférent, qui, d'après le texte de Delorme de 1760 (p. 20), amenait au voisinage de ce pont-aqueduc les eaux du ruisseau de Langonan, détournées partiellement en amont. Il existait cependant encore, il n'y a pas longtemps, au voisinage de Sorbier, petit village en tête de la vallée, un reste de souterrain appelé par les gens du pays *La Sarrasinière*, conformément à l'usage que nous connaissons bien; il ne pouvait que faire partie de cette branche afférente [1], que faute d'avoir pu moi-même reconnaître, je me contente d'indiquer sur le plan, par une ligne jaune, comme toutes les conduites d'authenticité douteuse ou de parcours incertain.

Du Langonan au premier siphon (dit de Saint-Genis ou de Chagnon). — A la suite du pont sur Le Langonan, l'aqueduc fait un nouveau contour saillant, pour passer dans une autre vallée, celle du ruisseau-d'*Archelet*, affluent du ruisseau précédent; il le traversait sur un pont qui devait avoir cinq arches et vingt-six mètres de longueur. Il n'en reste plus qu'une pile, en maçonnerie réticulée. Ce fragment a $4^{m},80$ de hauteur. Le tablier, d'après le niveau suivi, devait s'élever à douze mètres environ au-dessus du thalweg.

Descendant cette vallée, le canal arrive dans le haut de Saint-Chamond, passe en souterrain sous l'emplacement du vieux château, au quartier de Saint-Ennemond; puis, parvenu sur la commune de *Saint-Julien*, il rencontre un ruisseau, entre les hameaux du *Ban* et de *Colombier;* il le traversait sur un pont,

1. Ce souterrain étant sur la rive gauche du ruisseau, j'avais pensé que sa réunion avec l'aqueduc principal ne pouvait se faire qu'en un point, vers l'entrée du pont-aqueduc qui vient d'être décrit. Comme les deux canaux sont dirigés en sens inverse, il devait y avoir en ce point un petit bassin ou une chambre, destinée à amortir les remous produits par les deux courants contraires et par l'angle brusque. Mais le point que je visais est enfoui dans un inextricable fourré, et une recherche y est pratiquement impossible. Une tranchée que j'ai fait opérer non loin de là, en un endroit un peu plus découvert, m'a bien fait retrouver le canal principal, mais en fort mauvais état, obstrué par la terre et envahi par les racines d'arbres. Le versant étant très abrupt, des éboulements se sont produits qui ont fini par ouvrir des brèches dans la paroi pourtant si résistante, et y faire pénétrer les eaux chargées de limon. Il est probable que le canal accessoire, moins soigné de construction, a éprouvé dans toute cette région des détériorations encore plus graves et qu'il serait difficile de le retrouver.

aujourd'hui complètement détruit. D'autres arcades, détruites aussi, lui faisaient franchir un vallonnement au-dessus de Colombier, et un autre ruisseau entre ce dernier hameau et *La Grange-Peyrard*. Sur la limite des communes de Saint-Julien et de *Cellieu*, coule le ruisseau *des Arcs*, que l'aqueduc, après avoir contourné la colline du *Fay*, franchissait sur un pont vraisemblablement de cinq arches et d'une longueur de trente-six mètres entre les culées. Il ne reste plus que la fondation de la seconde pile et la culée d'aval. La position de la première pile est indiquée par un nivellement des roches sur lesquelles elle reposait.

Suivent trois autres ponts-aqueducs, dont les restes sont encore bien plus endommagés; l'un sur le ruisseau qui coule entre les hameaux de *Saligneux* et de *La Vousserandière*, ne présente plus qu'une trace de la culée d'amont; l'autre ne se signale que par un quartier de maçonnerie de blocage, déplacé et entraîné par le cours d'eau à quelques mètres. Du troisième, situé sur le ruisseau de *Collenon*, au-dessus de Cellieu, reste un fragment de la culée d'amont détruit à fleur de terre. Ce pont devait être très élevé.

Ici commence une fraction du parcours incomplètement connue de la plupart de ceux qui ont décrit l'aqueduc, retracée par d'autres de façon plus ou moins erronée, et en somme intéressante par diverses particularités des plus originales.

Réservoir de chasse du siphon de Saint-Genis. — C'est d'abord la rencontre du premier passage en siphon que présente la ligne, où l'on en compte quatre. Le réservoir de chasse se trouve sur la commune de Chagnon, un peu au-dessous de l'ancien chemin qui mène de Rive-de-Gier à ce village, sur le flanc droit de la profonde vallée de la Durèze[1], à près de cent mètres au-dessus du thalweg. Sur la montagne en face est le village de *Saint-Genis*, dit Saint-Genis-Terrenoire, un peu au-dessous duquel se trouvait le réservoir de fuite. Entre ces deux emplacements, au fond de la vallée, apparaissent les vestiges du pont que supportait la conduite sous pression. C'était

1. Gasparin appelle cette rivière le *ruisseau de Chagnon*, ou même *Le Chagnon* tout court. Il suffit de s'entendre.

un pont de quinze arches, d'une hauteur maxima de vingt mètres environ. Large de $7^{m},65$, il avait 136 mètres de longueur entre les culées. On y reconnaît encore la culée d'amont, la première et la deuxième pile tronquées, des débris de la quatrième, les fondations de la onzième, la treizième et la quatorzième presque entières, et, enfin, la culée d'aval. Les piles debout ont conservé, en partie,

Fig. 19. — Réservoir de chasse du siphon de Saint-Genis.

leur parement réticulé et les lignes horizontales de briques qui les divisent en plusieurs zones.

Un chapitre spécial devant être réservé à l'étude des siphons, je ne parlerai que sommairement ici de la disposition de cette conduite forcée. La hauteur de flèche, c'est-à-dire la différence de niveau entre la sole ou le radier du réservoir de chasse et le

tablier du pont sur lequel passaient les tuyaux, était d'environ 82 mètres. Le réservoir de chasse (fig. 19 et 20), massif, oblong, revêtu de l'appareil réticulé, et planté sur la déclivité rapide où s'accrochent à présent quelques ceps de vignes, présente naturellement, du côté du thalweg, une face plus haute que du côté opposé; cette face aval est suivie d'un plan incliné à pente rapide de 3 à 4 mètres seulement de longueur, assez endommagé, établi non sur un ou plusieurs arcs, mais sur un bloc compact de maçonnerie. Les tuyaux, à leur départ, descendaient sur ce plan incliné avant de s'enfoncer dans la terre, où ils cheminaient, sans doute à une faible profondeur, jusqu'au passage du pont; après quoi, ils remontaient de la même manière jusqu'au rampant du réservoir de fuite, symétrique du premier, mais construit à quelques mètres plus bas.

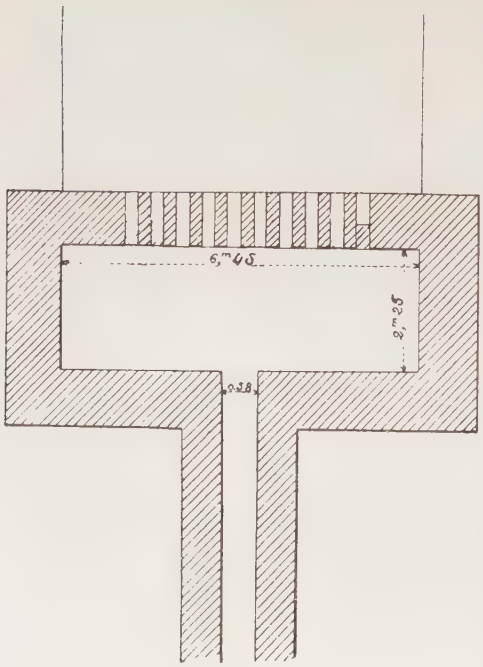


Fig. 20. — Réservoir de chasse de Saint-Genis (coupe horizontale au niveau des orifices).

L'intérieur du réservoir (fig. 20) consiste en une chambre de $6^{m},45$ de long sur $2^{m},25$ de large, revêtue de ciment jusqu'à une hauteur de $1^{m},25$ au-dessus de la sole, laquelle est constituée, comme les autres radiers d'aqueducs, d'une légère couche de ciment surmontant une épaisseur de béton plus forte; cette épaisseur est ici de $0^{m},15$. Le ciment qui revêt les parois est épais de $0^{m},035$. La chambre est recouverte d'une voûte, dont la naissance est à $1^{m},56$ du radier et qui est interrompue dans le milieu de la longueur sur $1^{m},60$ pour donner passage à l'arcade d'entrée du canal. Cet intervalle était probablement recouvert d'une voûte surbaissée qui se raccordait avec la première à

l'arête du sommet[1]. Dans la paroi longue opposée à l'entrée de l'aqueduc, on distingue de l'extérieur sept trous, et vers le milieu la place bien marquée de trois autres, entamés par une brèche qui s'est ouverte dans la hauteur de la muraille. Ce sont les trous où étaient scellés les tuyaux de plomb abducteurs de l'eau du réservoir. Ils ont un diamètre de $0^m,22$ et sont distants d'axe en axe de $0^m,60$. Le centre de chacun des trous est à $0^m,35$ au-dessus du radier. L'un[2] de ces trous est bouché par de la maçonnerie, qui laisse encore subsister l'orifice extérieur, tandis que la place de l'orifice intérieur est recouverte par la couche uniforme de ciment qui revêt la paroi en laissant libre l'ouverture des autres trous. Ce trou bouché est celui de l'extrémité droite en regardant vers l'aval; il a évidemment été bouché après coup, pour une raison que nous serons amenés à découvrir.

La sole du réservoir n'est conservée que dans la partie ouest (moitié de gauche). A l'est (ou à droite), la substruction d'épais blocage a été entamée jusqu'aux fondations, soit sur une profondeur de près de deux mètres, et la muraille latérale de ce côté est largement entaillée du fondement jusqu'au faîte. La muraille opposée, celle de l'ouest, est ouverte aussi, mais sur une bien moindre largeur et sur une faible hauteur; on y devine encore, par l'aspect des bords de l'entaille, une ouverture qui existait dans le monument intact, orifice de trop-plein probablement.

Le contour supplémentaire de Chagnon. — Delorme n'a pas dit un mot du réservoir ni du siphon dans ses *Recherches*; il déclare simplement que « l'aqueduc, après le vallon du Fay, entre assez avant dans celui de Chaignon (Chagnon) pour le traverser sans pont au delà du village, sous les eaux du ruisseau de ce

1. A moins qu'il ne fût laissé entièrement libre, et ne servît d'entrée dans le réservoir pour la surveillance et l'entretien.

2. Il n'y a bien qu'un seul trou de bouché, quoique Flacheron et Gasparin en comptent deux. C'est à se demander s'ils ont réellement vu le monument. Pour Flacheron, on jurerait presque qu'il n'est jamais allé lui-même à Chagnon, car il place les deux trous bouchés côte à côte, et précisément à l'extrémité opposée à celle où se trouve la fermeture authentique. De plus, il place le village de Saint-Genis-Terrenoire (qu'il appelle simplement Terre-Noire) sur la même rive que le réservoir de chasse (*ouv. cité.*, p. 47). Je n'ose me prononcer pour Gasparin, et cependant je ne sais comment il a pu voir bouché le trou de l'extrémité gauche, qui est aussi nettement ouvert que les autres, dont le bord intérieur n'indique nullement un arrachement de ciment, et dont les parois internes ont une surface bien lisse. Il n'en serait pas ainsi si l'obturation, à la supposer réelle, avait été détruite depuis 1856.

vallon qui coulent par-dessus. C'est dans ce lieu, ajoute-t-il, qu'une branche d'aqueduc y introduit les eaux d'un ruisseau de la plaine qui est à l'occident ; ce n'est peut-être pas la seule branche qui soit ainsi entée sur la principale tige d'aqueduc ». Il est bien extraordinaire qu'il n'ait vu alors ni le réservoir, pourtant assez apparent, ni les vestiges du pont-siphon. Cet oubli a été ensuite réparé, puisque sur la carte d'Artaud (Pl. I) tout ce qui concerne le siphon est parfaitement marqué. Malheureusement, il a été remplacé par une autre erreur, qui a consisté à ne plus rattacher au canal d'amont le circuit dans la vallée. Ce circuit dessine une longue boucle sinueuse qui s'enfonce dans la haute vallée de la Durèze, puis dans celle du Feuillet, ruisseau affluent, et, enfin, non moins profondément dans celle du Trévin (V. les tracés Pl. I et II). C'est à ce dernier contour qu'est marquée sur la carte d'Artaud la petite branche accessoire dont parlait Delorme dans le passage cité.

J'ai parfaitement reconnu ce circuit qui dessine bien toutes les sinuosités figurées sur la carte, et j'en ai relevé une quinzaine de points, tant sur les rives de la Durèze que sur celles du Feuillet et du Trévin. On trouve des bandes du radier subsistant, ici au milieu d'un chemin, là au bord d'un champ ; ailleurs, c'est la voûte qui fait saillie en laissant ouverte une cavité. On peut à certains endroits pénétrer dans le canal ; c'est même sur cette fraction du parcours que se trouve le passage le mieux conservé de toute la conduite depuis l'origine jusqu'à Lyon ; c'est un passage en souterrain, en face du village de Chagnon, et sur la rive gauche de la Durèze ; je l'ai suivi sur une longueur de près de cent mètres, jusqu'à l'endroit où il se trouve bouché. On désigne dans le pays ce souterrain d'un nom jovialement expressif : *La Cave-du-Curé*.

Les quelques renseignements donnés jusqu'ici sur ce canal des rives de la Durèze et de ses affluents sont d'une étonnante insuffisance, étant donnée l'importance de ce reste. Flacheron n'en dit rien, non plus que M. Bresson dans ses quelques notes inédites, qui pourtant précisent si bien maints détails du parcours. D'autres, sans doute sur la foi de Gasparin, en font deux tronçons indépendants, allant rejoindre l'aqueduc principal en suivant séparément l'une et l'autre rive de la Durèze. Pour M. de Gasparin,

en effet, ils apportaient, l'un, celui de rive droite, dans le réservoir de chasse, les eaux de cette rivière prise en amont, l'autre, celui de rive gauche, dans le réservoir de fuite, les eaux de ses affluents. Et c'est à la suite d'une série de tâtonnements et d'hésitations qu'on se serait résolu à construire le siphon et à réduire le canal projeté et ses contours à ces deux simples canaux afférents parallèles.

Nous devons rejeter cette solution pour plusieurs raisons. La première est que l'on trouve le canal dans toutes les sinuosités des vallées, qu'il entoure d'une ceinture continue. La seconde, c'est que, malgré l'assertion du même auteur, les dimensions en sont conformes[1] à la moyenne de celles qu'on relève sur tous les points découverts d'Izieux à Lyon, et qui vont de $1^{m},65$ à $1^{m},75$ pour la hauteur, de $0^{m},55$ à $0^{m},60$ pour la largeur entre les piédroits revêtus de leur enduit, et de 3 à 4 centimètres pour l'épaisseur de ciment aux piédroits. Enfin, une troisième raison, qui suffit à elle seule, est que les nivellements qu'aurait exécutés l'ingénieur Lanteirès, et sur lesquels se fonde Gasparin qui ne les a pas vérifiés, ou ont été faits inexactement, ou n'ont pas été faits du tout. J'ai tenu à les faire moi-même avec le plus grand soin, et j'ai reconnu que la pente, au lieu de se diriger sur la rive droite vers le réservoir de chasse, était inclinée en sens inverse, en demeurant continue et régulière sur les deux rives de la Durèze. En prenant pour cote initiale au radier du réservoir le chiffre arbitraire 100, j'ai trouvé 96,01 à l'entrée du souterrain de *La Cave-du-Curé*, sur la rive en face, en passant par une série de points intermédiaires le long du parcours, qui m'ont donné des cotes progressivement décroissantes. Le détour étant de dix à douze kilomètres, la pente serait de $0^{m},0003$ à $0^{m},0004$ par mètre. C'est une très faible pente, mais qui s'accorde parfaitement avec l'hypothèse d'après laquelle cette canalisation se relie d'une part avec le réservoir de chasse du siphon, d'autre part avec le réservoir de fuite, la différence de niveau entre ces deux réservoirs étant de cinq à six mètres.

1. Voici, en effet, les dimensions que j'ai relevées à *La Cave-du-Curé*.

Hauteur sous clef	$1^{m},67$
Largeur entre les piédroits revêtus	$0^{m},58$
Épaisseur de l'enduit de ciment	$0^{m},035$

La carte d'Artaud, tout en rectifiant la première opinion de Delorme qui ne tenait pas compte du siphon, la remplace par une autre erreur tout aussi grave [1]. Au lieu de relier le grand contour en amont à l'aqueduc qui vient de La Martinière, elle ne l'y relie qu'en aval, c'est-à-dire au réservoir de fuite, et lui fait prendre naissance à une prise d'eau sur le ruisseau de Collenon, entre Cellieu et *Leymieu ;* elle en fait donc une branche afférente, et non pas une continuation de l'aqueduc principal. (V. Pl. I.)

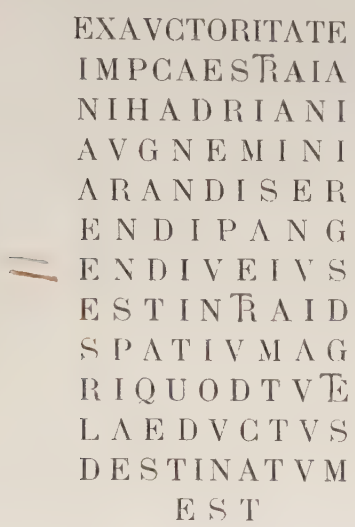
La vérité est que l'aqueduc a deux parcours : l'un par le siphon, l'autre par le circuit. L'origine au ruisseau de Collenon est purement imaginaire, et la liaison est aussi incontestable en amont qu'en aval. Reste à donner la raison de ce canal qui fait double emploi avec le siphon. Est-il d'une construction plus récente, contemporaine, ou plus ancienne ? Je renvoie l'étude de cette question au chapitre spécial concernant les siphons ; là sera discutée en effet la théorie de Gasparin sur les conditions d'établissement de celui-ci, et je tâcherai d'y définir sa raison d'être conjointement avec celle du contour.

La pierre gravée de Chagnon. — Mais il importe de signaler dès maintenant la découverte qui a été faite, il y a une vingtaine d'années, au voisinage de ce canal de contour, tout près de Chagnon, et qui a donné pour quelque temps à ce petit village une façon de célébrité.

Chagnon est à deux kilomètres à peu près au delà du réservoir de chasse du siphon en remontant la vallée de la Durèze ; le canal passe au-dessus du village. Des terrassiers, qui travaillaient au prolongement vers Saint-Romain-en-Jarez de la route de Rive-de-Gier à Chagnon, dégagèrent, le 21 avril 1887 en déblayant le talus, à cent ou deux cents mètres plus loin que le village, une énorme pierre taillée, de forme rectangulaire (fig. 21). Elle mesurait $1^{m},60$ de haut sur $0^{m},60$ de large, et sur une de ses faces, que bordait une moulure de six centimètres, elle portait une inscription

1. V. ci-dessus, p. 106.

latine, que les archivistes de la ville de Saint-Etienne furent appelés à venir déchiffrer, et qui est ainsi conçue :



« *Ex auctoritate imp (eratoris) Caes (aris) Trajani Hadriani Aug (usti), nemini arandi, serendi pangendive jus est intra id spatium agri quod tutelae ductus destinatum est*[1]. »

Nous aurons à revenir sur ce monument et sur l'inscription qu'il porte. Disons tout de suite qu'à première vue deux conclusions s'en dégagent. La première, c'est que l'aqueduc, comme il a été déjà dit, date au plus tard du règne d'Hadrien ; la seconde, c'est qu'il s'agit bien ici d'un canal important, et non pas, pour user du terme de Gasparin, d'une simple *rigole* afférente, que l'on n'eût pas pris soin de garantir par une ordonnance impériale aussi explicite.

Les dimensions de ce canal sont au reste exactement les mêmes au voisinage de l'endroit où la pierre fut découverte qu'au souterrain de la rive opposée ; la construction intérieure est pareille. Tout, en un mot, confirme bien qu'il s'agit d'une seule et même conduite.

1. « En vertu de l'autorité de l'empereur César Trajan Hadrien Auguste, le droit n'est donné à personne de labourer, de semer ou de planter dans cet espace de terrain qui est destiné à la protection de l'aqueduc. »

La commune de Chagnon n'a pas voulu se dessaisir de son bien ; la pierre a été transportée dans une salle de la mairie, où elle est encore.

Souterrain de Chagnon (Cave-du-Curé). — L'endroit par où l'on pénètre dans le souterrain de La Cave-du-Curé doit coïncider

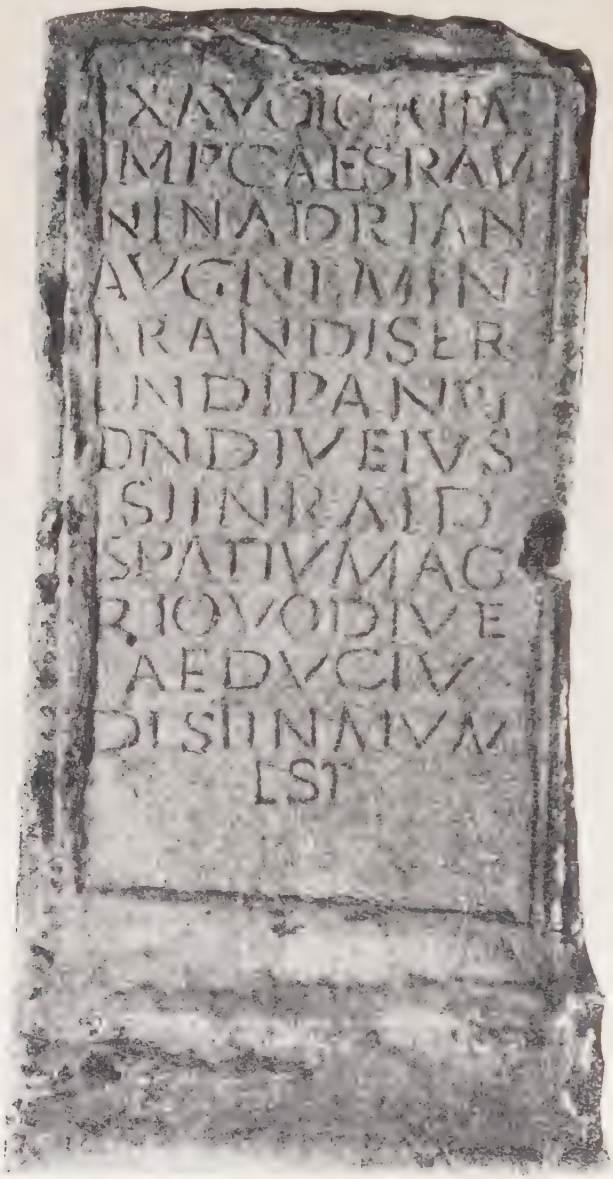


Fig. 21. — Monument de Chagnon.

avec le point où il commençait, faisant suite à la simple tranchée couverte. Arrivant contre une muraille de rochers, l'ingénieur romain, au lieu de la contourner, a préféré la percer. La cons-

truction de ce tunnel sera décrite plus loin. Je me contente de faire observer ici que l'endroit où il commence marque le début d'une région d'escarpements très ardus ; les flancs de la vallée se hérissent de rocs irréguliers à pointes saillantes, à anfractuosités tourmentées. Ce n'est pas pour abréger le parcours que le tunnel a été percé ; c'est parce que l'ingénieur a jugé avec raison plus simple d'entamer à même le rocher, si résistant fût-il (c'est du gneiss très dur), que de l'entailler à la surface pour construire une galerie en encorbellement, soutenue par des substructions inégales dont la fondation aurait été difficile et la stabilité insuffisamment assurée.

En s'engageant dans la galerie souterraine, on éprouve une réelle admiration, car on la dirait toute neuve et prête à être remise en service, tant le radier en est solide, la voûte en cintre parfait avec son revêtement intact, gardant encore l'empreinte polygonale des couchis, comme à La Brévenne, et tant les parois sont lisses et brillantes. Cette galerie n'est pas en droite ligne, comme cela serait si elle avait été creusée pour raccourcir le trajet : on reconnaît très bien, aux nombreuses sinuosités qu'elle fait, que le constructeur a suivi tous les contours de la montagne. A cent mètres environ de l'ouverture, on se heurte contre un éboulement qui a complètement obstrué le canal. Je ne saurais déterminer s'il s'agit d'un puits comblé ou d'un effondrement total du tunnel à partir de ce point. Toujours est-il qu'on ne l'a pas découvert plus loin et qu'on ne sait pas où est son issue. En se maintenant de niveau à l'extérieur et en considérant où les rudes escarpements finissent, on peut deviner pourtant à peu près où elle se trouve, c'est-à-dire où reprend la tranchée couverte. La longueur totale du souterrain semble être, d'après cela, voisine d'un kilomètre.

De Saint-Genis à Mornant. — Du réservoir de fuite où aboutissaient le siphon et aussi le canal de contour [1], il ne reste plus aucune trace. Mais on peut le situer, sans risque de se tromper beaucoup, au voisinage du cimetière de Saint-Genis-Terrenoire.

1. Le point de jonction pouvait se trouver, soit au réservoir même, soit à quelques mètres en aval. La question ici n'a pas d'importance.

La distance du réservoir de chasse à ce réservoir de fuite est de 900 mètres environ. Au sortir de ce dernier, l'aqueduc, passant à l'est de Saint-Genis-Terrenoire, se dirigeait au nord-est, puis dessinait un rebroussement pour aller faire un contour à l'ouest et passer dans la vallée du *Feloing*, qu'il franchissait sur un pont dont on distingue encore les deux culées (fig. 22, hors texte). Ce pont devait avoir au moins 35 mètres de long et s'élever de plus de 15 mètres au-dessus du ruisseau. Puis c'était, sur la commune de *Saint-Martin-la-Plaine*, par-dessus un affluent du Feloing, un autre pont plus court (fig. 23, hors texte) dont la longueur peut être évaluée à 17 mètres. La culée d'amont était établie contre un rocher qui a été taillé en plan incliné ; on aperçoit encore au milieu du ruisseau des débris de piles renversées à parements réticulés. Quant aux culées, pour ce pont comme pour le précédent, elles étaient appareillées en maçonnerie de moellons à joints horizontaux. Au sud-est, puis à l'est du même village de Saint-Martin, trois autres vallons sont franchis, entre autres celui du *Rieux*, en des points où l'on voit encore quelques restes, mais bien peu distincts. Au nord-est, entre les hameaux du *Mas* et de *La Bessonnière*, on voit encore une pile et les traces d'une des culées.

La direction va être pendant quelque temps franchement sud-nord. L'aqueduc, auparavant, longe une vallée qui porte le nom significatif de vallon d'*Arche*. On y voit, à l'ouest du hameau de *Bissieu*, une trace de maçonnerie réticulée qui a pu faire partie ou d'un pont ou d'une substruction, et l'on s'enfonce alors, en suivant la conduite à l'ouest, dans la pittoresque vallée du *Bosançon*. Cette petite rivière est formée de deux branches, et l'aqueduc pénètre successivement dans l'un et l'autre des deux vallons, ce qui lui fait faire un double contour assez allongé. Il traverse la branche principale, qui forme la limite des départements de la Loire et du Rhône, sur un pont de quatre arches, de vingt-six mètres de longueur entre les culées; il en reste des fragments assez importants ; la partie inférieure de la culée d'amont et la dernière arche d'aval, dont le parement est réticulé, jusqu'au radier, se sont conservées. Du pont sur Le Petit-Bosançon, commune de Saint-Didier-sous-Riverie, reste encore une pile debout; ce pont était peu large mais très élevé.

AQUEDUC DU GIER

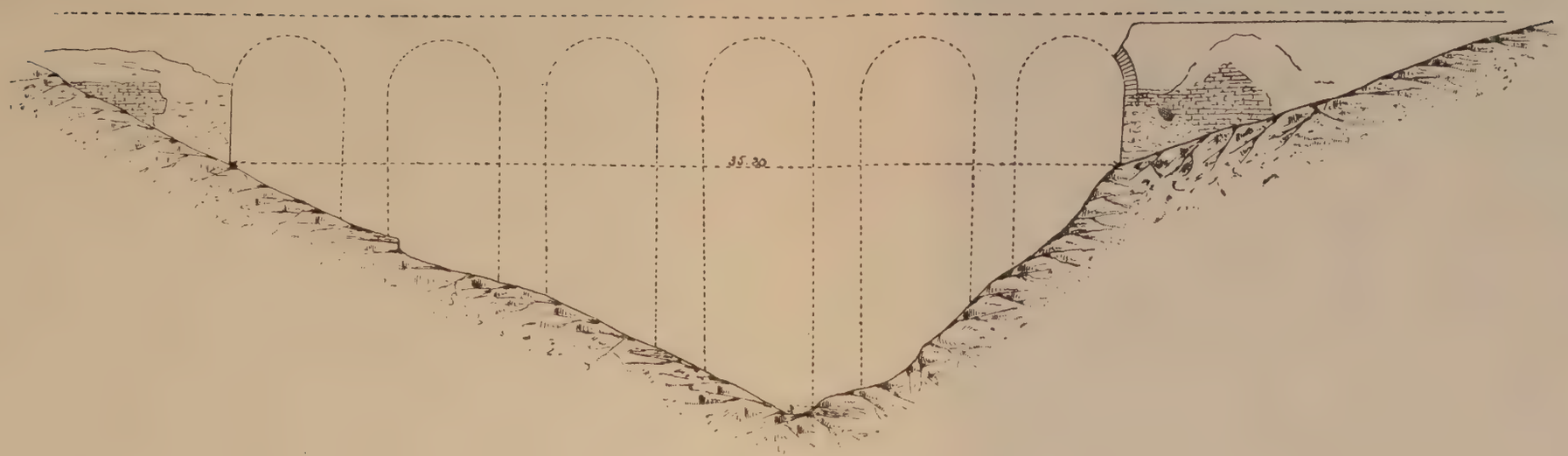


Fig. 22 — Pont sur le Feloing.

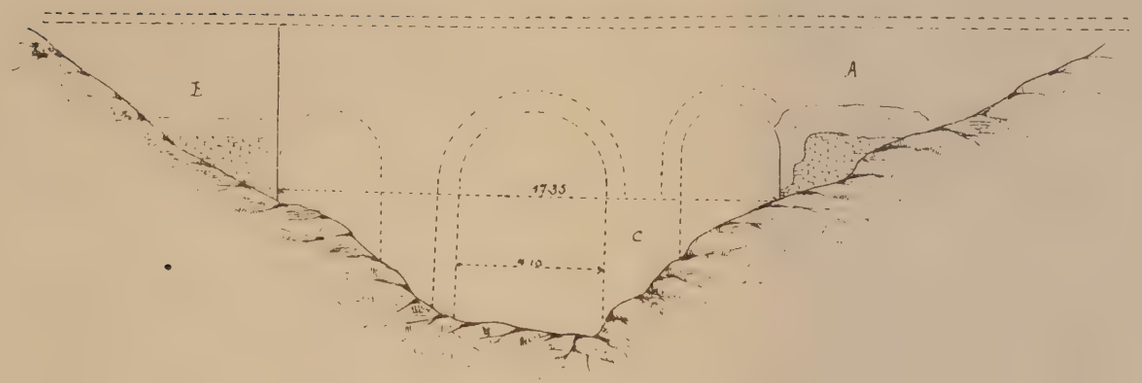


Fig. 23. Pont sur un affluent du Feloing.

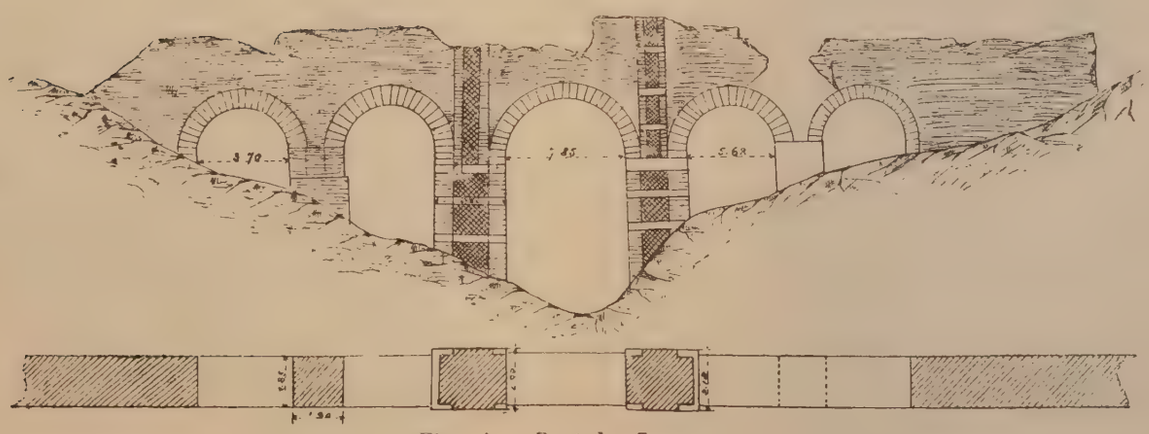


Fig. 24. — Pont des Granges.

Descendant ensuite le long de la rive gauche du Bosançon, l'aqueduc traversait, au bas de *Saint-Maurice-sur-Dargoire*, trois petits affluents : l'un au nord du hameau de Jurieu, où l'on voit des traces de la culée d'aval ; un autre au sud du même hameau, où trois piles subsistent, dont la plus haute a $4^{m},50$; la longueur du pont était de $19^{m},50$; enfin le troisième, non loin du hameau des *Granges*. Ici le pont, représenté fig. 24 (hors texte), est presque intégralement conservé ; trois arches subsistent, ainsi que la moitié d'une quatrième. La cuvette est conservée sur presque toute la longueur, et, sur deux ou trois mètres, est encore recouverte de sa voûte. L'appareil réticulé des faces, les rangs de dalles intermédiaires, les pilastres ou antes qui dessinent comme un prolongement des piles au-delà des naissances de voûtes, de chaque côté de l'arcade principale, tout est en parfait état. Une particularité intéressante est encore à signaler. La dernière pile d'aval s'est dérobée, sans doute par suite d'un affaissement de terrain, mais sans provoquer la chute complète de ce qu'elle soutenait ; presque toute la partie supérieure, où est creusée la cuvette, est restée suspendue en porte-à-faux : preuve manifeste de la cohésion des blocages à l'intérieur de ces maçonneries romaines. Ce pont est le mieux conservé de toute la ligne.

Voici les dimensions que j'ai relevées au specus :

Hauteur sous clef	$1^{m},65$
Largeur entre les piédroits cimentés	$0^{m},56$
Epaisseur des piédroits et de la voûte	$0^{m},60$
Longueur totale du pont	$27^{m},60$
Hauteur maxima du radier au thalweg	8^{m}, »

L'aqueduc descend vers le sud en s'écartant de Saint-Maurice ; puis, avant d'arriver au hameau de *La Rousselière*, il change de direction par un angle assez aigu qui l'oriente au nord-est et vient, en se développant sur le plateau, couper en quatre points l'ancienne route de Saint-Etienne à Lyon par Brignais. Le premier de ces points est vers l'endroit appelé *Les Gros-Buissons*, le second à un kilomètre plus loin, et les deux autres tout près du hameau de *Bellevue*, carrefour des trois routes de Lyon, de Mornant et de Saint-Maurice.

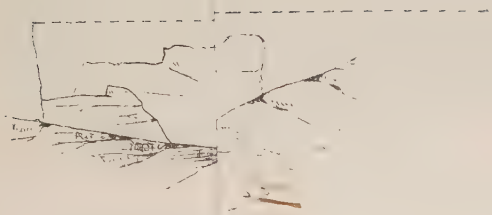
Revenant au nord-ouest, le canal franchit à *La Grimodière*,

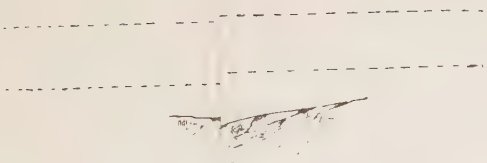
commune de Saint-Maurice, le ruisseau appelé le *Fandangy ;* le pont devait être d'une dizaine d'arches ; on n'en reconnait plus qu'une seule pile, détruite presque entièrement : elle n'apparaît qu'à deux ou trois centimètres au-dessus du sol. Après avoir redescendu la vallée du Fandangy, en suivant le niveau de la conduite, et avant de passer dans celle du *Mornantet*, on rencontre encore deux ruisseaux : 1° le *Corsonnat*, passé sur un pont (fig. 26, hors texte) probablement de huit arches, dont il n'existe plus que la première et la dernière ; elles suffisent cependant pour juger de la hauteur du pont (11 mètres) et de sa longueur

Fig. 25. — Pont de La Condamine, vue des arcs d'aval.

(44 mètres) ; 2° le ruisseau de la *Chavanne*, au hameau de *La Condamine ;* il devait y avoir ici neuf arches (fig. 27, hors texte) dont il reste, plus ou moins tronquées : la première pile côté aval, à la suite les deuxième, troisième, cinquième et sixième, la quatrième manquant. Une seule arcade a subsisté en partie, la deuxième à partir de la culée d'aval (fig. 25). Les piles ont conservé leur appareil réticulé presque en entier. La plus grande hauteur est de neuf à dix mètres.

A cinq cents mètres en amont du gros bourg de *Mornant*, se trouve le passage du Mornantet, où se voient d'assez beaux restes. La culée d'amont a disparu ; la vallée s'étant modifiée beaucoup par les érosions du ruisseau, celui-ci passe actuellement sur l'emplacement qu'occupait jadis cette culée. A l'époque romaine,





il passait sous l'arche principale, facile à reconnaître par sa largeur plus grande que celle des autres, et qui est à quinze mètres du thalweg. On reconnaît les traces de cinq arches (peut-être y en avait-il six). Voici ce que l'on aperçoit encore : la culée d'aval ; les restes de la première pile à la suite de cette culée ; la deuxième pile, entière, surmontée de la cuvette, mais découronnée de sa voûte ; les troisième et cinquième piles avec l'arche qui les réunit, et le canal qui les surmonte encore recouvert de sa voûte (fig. 28).

Fig. 28. — Pont sur le Mornantet, en amont de Mornant.

De Mornant à Soucieu.— Au lieu de redescendre sur la rive gauche de la vallée du Mornantet, le canal, peu après le passage de ce ruisseau, s'engage en souterrain sous le village de Mornant, à une assez faible profondeur, Mornant se trouvant sur une dépression de la ligne de faîte qui sépare les vallées du Mornantet et du *Jonan*. On s'est donc déterminé d'autant plus facilement à faire ce tunnel que la construction pouvait en être rendue aisée par le creusement de puits peu profonds de distance en distance. Quelques-uns de ces puits se retrouvent encore dans le village et un peu au delà. J'ai pu descendre dans l'un d'eux, qui n'a pas plus de cinq à six mètres de profondeur, et qui doit être le dernier avant la reprise de la tranchée couverte. La section est carrée et d'une largeur de $0^{m},90$. Au fond, de chaque côté, mais bouché par les éboulements, se voit le specus de l'aqueduc.

Se dirigeant vers le nord, celui-ci allait traverser le ruisseau de Jonan, à un kilomètre en amont du chemin de Mornant à *Saint-Laurent-d'Agny*. Mais les traces du pont ont complètement disparu ; il était probablement de peu d'étendue. Gasparin signale des substructions qui soutenaient le canal hors de terre, sur la rive gauche du ruisseau ; je n'ai pu les retrouver. Par contre, j'ai reconnu par plusieurs points de repère le parcours que cet auteur indique dans la plaine entre Saint-Laurent-d'Agny et *Taluyers ;* le sol, défoncé en plusieurs endroits à travers les grandes prairies qui couvrent cette plaine, laisse apercevoir l'aqueduc à une très petite profondeur au-dessous de sa surface. Les dimensions que j'y ai relevées s'accordent tout à fait avec les précédentes. Il est évident que la construction a été faite avec régularité, d'après une parfaite unité de plan.

De la plaine de Taluyers, le canal s'engageait dans une région plus accidentée le long des coteaux qui sur la commune d'*Orliénas* bordent le ruisseau de *Casanova*, affluent du *Merdançon*, et cette rivière elle-même ; elle est franchie sur un pont qui devait avoir de quarante à quarante-cinq mètres de long et comprendre sept arches. Il en subsiste : les fondations de la culée d'amont, des vestiges des troisième, cinquième et sixième piles, ainsi que de la culée d'aval. La hauteur du radier pouvait être de huit à neuf mètres. Sur ces coteaux, soit sur une rive, soit sur l'autre, on trouve dans les champs plusieurs traces de substructions, qui çà et là maintenaient l'aqueduc hors de terre ; elles ont leurs faces garnies de l'appareil réticulé.

Après un détour assez long auquel l'oblige la descente de la vallée, le canal se retourne sur le vaste plateau qui s'étend entre Orliénas et *Soucieu-en-Jarez*. Désormais il ne suivra plus de vallée. Aux longs détours sinueux qu'il a faits jusqu'ici, va succéder un avancement presque en droite ligne sur trois plateaux successifs, jusqu'à ce qu'il en atteigne finalement un quatrième, celui de Fourvière, après avoir franchi d'un triple bond les trois vallées qui les séparent : « Il fallait nécessairement, dit M. de Gasparin [1], franchir la vallée du Garon pour arriver sur la colline de Chaponost, puis la vallée de l'Iseron pour arriver

1. *Ouvr. cité*, p. 20.

de la colline de Chaponost sur la colline de Sainte-Foy, enfin le thalweg qui sépare la colline de Sainte-Foy de celle de Fourvière. Les points culminants de ces trois collines diffèrent peu de hauteur entre eux ; mais ce sont des points maxima assez élevés par rapport aux collines environnantes jusqu'à une assez grande distance. On ne pouvait donc arriver de la plaine de Taluyers (comprise entre Orliénas et Soucieu) que de deux manières, soit en commençant par faire des développements infinis dans les vallées du Furon, du Garon, de l'Iseron et de leurs affluents, et en rejoignant Fourvière au moyen d'un immense pont-aqueduc dont les arches auraient dû avoir 50 mètres de hauteur, soit en traversant les trois vallées au moyen de siphons. Le premier moyen était certainement inadmissible, et le second fut certainement adopté dès l'origine des travaux. »

Le plateau de Soucieu, qui a plus de quatre kilomètres de long dans la direction que suit l'aqueduc, présente une petite déclivité continue qui aurait fait commencer le siphon beaucoup plus tôt si l'on n'avait préféré avec raison prolonger la conduite libre, d'abord sur un massif plein, ensuite sur des arcades basses jusqu'au bord de la pente abrupte de la vallée du Garon. La première de ces deux travées s'allonge dans la région qui sépare les deux routes de Soucieu à Orliénas et de Soucieu à Brignais et n'a guère que cent ou cent cinquante mètres de long. Une petite arche très basse s'ouvre vers le milieu de ce massif, dont l'épaisseur est de $2^{m},40$ d'une face à l'autre. Peu après la route de Brignais et juste en face du village de Soucieu, qui se trouve de l'autre côté de la vallée du Furon (affluent de droite du Garon), commencent les arcades, dont les naissances sont d'abord au ras du sol, puis peu à peu s'élèvent. Elles étaient au nombre, non pas de 71, comme le dit Flacheron, mais de 79, et sur un parcours non pas de 485 mètres, mais de 548 mètres en tout. Les huit premières et les neuf dernières subsistent encore. Mais on voit en outre la partie inférieure d'un grand nombre des piles qui soutenaient les autres ; beaucoup de fragments gisent aussi à terre. Nulle part la voûte ne subsiste, mais presque partout où les arcades sont conservées la cuvette existe encore, jusqu'à un niveau supérieur à celui de l'enduit de ciment. La largeur du canal est de $0^{m},56$.

Deuxième siphon, dit de Soucieu ou du Garon. — Immédiatement à la suite de ces arcades, vient le réservoir de chasse du deuxième siphon, que nous appellerons indifféremment siphon du Garon ou siphon de Soucieu. Ce réservoir, aux deux tiers détruit, offre cependant un certain nombre de ses éléments essentiels, qui permettent de reconstituer très exactement par la pensée son état primitif. On peut en donner les dimensions principales que voici (fig. 29 et 30) :

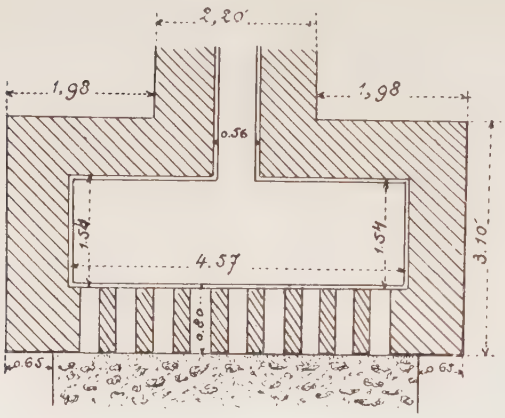


Fig. 29. — Réservoir de chasse du siphon de Soucieu. Coupe horizontale au niveau des orifices.

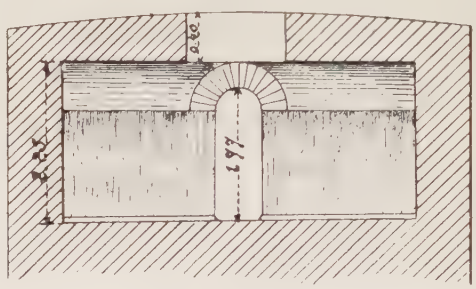


Fig. 30. — Réservoir de Soucieu. Coupe longitudinale.

Longueur dans œuvre	$4^{m},57$
Largeur —	$1^{m},54$
Longueur hors d'œuvre	$6^{m},16$
Largeur —	$3^{m},10$
Hauteur jusqu'à la naissance de la voûte	$1^{m},50$
Nombre d'orifices	9
Diamètre des orifices	$0^{m},27$
Hauteur du centre des orifices au-dessus du sol du réservoir	$0^{m},35$
Espacement entre chaque orifice (bord à bord)	$0^{m},21$
Epaisseur du ciment contre les parois	$0^{m},04$
Hauteur du revêtement au-dessus du radier (jusqu'à la naissance de la voûte)	$1^{m},50$
Epaisseur du radier (ciment et béton)	$0^{m},08$
Hauteur totale sous clef	$2^{m},25$

L'entrée de l'aqueduc dans le réservoir (fig. 31) est de plain-pied avec le radier de celui-ci, et au milieu du grand côté, qui est perpendiculaire à la direction de la ligne d'arcades. Comme peut-être au siphon de Saint Genis-Terrenoire, une ouverture de 1m,60 de longueur et de toute la largeur du réservoir servait d'entrée pour sa surveillance et son entretien. L'épaisseur des murs est de 0m,80. Comme à Saint-Genis également, les angles horizontaux et verticaux des parois et du radier sont amortis par

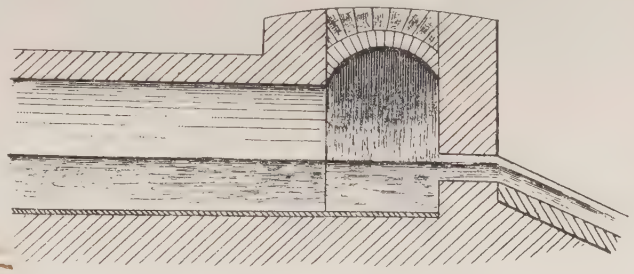


Fig. 31. — Réservoir de Soucieu. Coupe transversale.

Fig. 32. Réservoir de Soucieu. Etat actuel du monument.

des bourrelets saillants, en ciment comme le reste de la garniture, et dont le diamètre est de $0^{m},04$.

A la suite du réservoir, est un rampant, comme à Chagnon-Saint-Genis, mais plus long et porté par une arcade à présent détruite. A la suite de ce rampant les neuf tuyaux s'engageaient

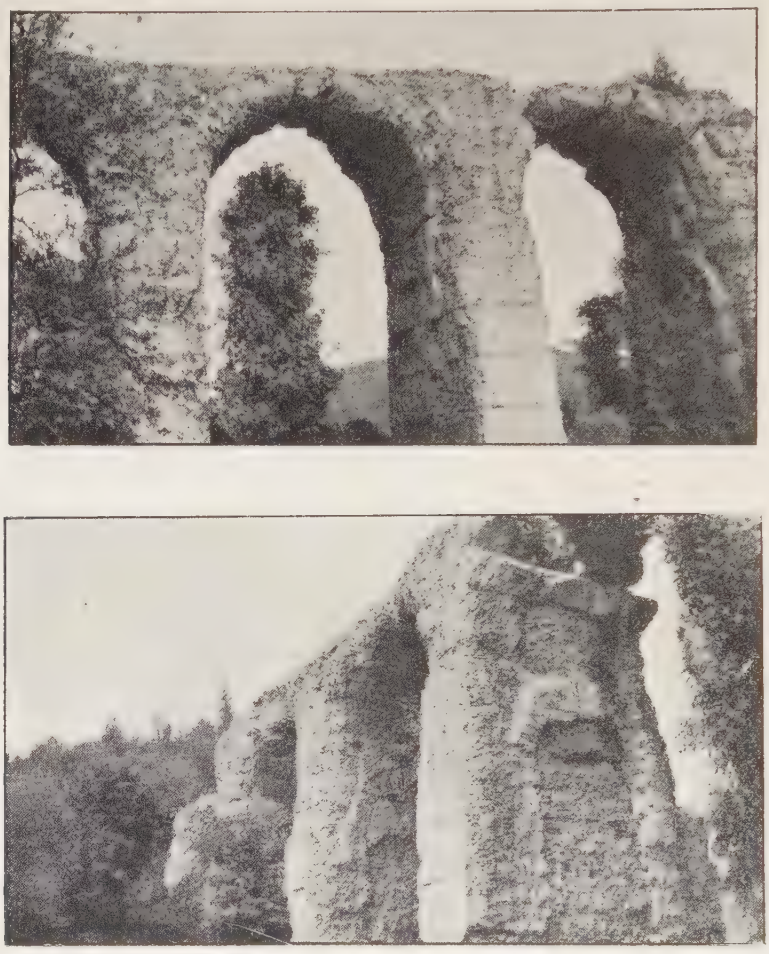


Fig. 33. — Pont du Garon. Aspect des arcades.

en terre, suivant la pente de la montagne jusqu'à la culée du pont qui les supportait au fond de la vallée (fig. 33). Ce pont, long de 208 mètres et large de $7^{m},35$, comprenait vingt-trois arches. Il reste encore, outre les deux culées, les quatre premières arches et les cinq avant-dernières (fig. 38, hors texte). Sous la première de ces

cinq, passe la route qui descend à Brignais en suivant la vallée. On éprouve, en passant sous cet immense arceau, une impression des plus saisissantes, car sa hauteur au-dessus de la route est d'une quinzaine de mètres, et comme quelques claveaux de la voûte ont été emportés avec le radier qui les surmontait, on regarde avec stupeur ces blocs ainsi en suspens peut-être depuis des siècles, et dont la chute paraît imminente. De nombreux fragments de piles existent encore çà et là, soit debout à une faible hauteur, soit épars, couchés et brisés sur le sol de la vallée ou dans le lit même de la rivière. Le radier qui supportait les tuyaux est, d'après le nivellement Gasparin, à 92^{m},882 exactement au-dessous du centre des orifices du réservoir de chasse. La hauteur du radier au-dessus du thalweg est de 21 mètres. L'ouverture des arcades est de 6^{m},25. Primitivement, chacune des piles qui les soutenaient était évidée, c'est-à-dire percée d'une arcade secondaire dont l'axe était parallèle à la direction du pont ; large de 3^{m},20, cette arcade laissait de chaque côté un montant de 2^{m},08 (fig. 34) ; l'ensemble devait produire par l'enfilade un bel effet de perspective. Mais comme ces percées nuisaient sans doute à la stabilité des piles, surtout des plus élevées, on fut obligé de les murer (fig. 35 et 36). Une seule, la seconde à partir de la culée d'amont, est restée ouverte. Ce remplissage des vides s'est d'ailleurs fait avec soin ; comme tout l'ensemble de l'ouvrage, il est en maçonnerie réticulée de pierres dont la teinte

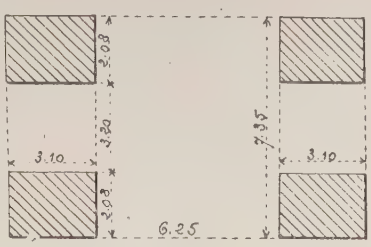


Fig. 34. — Coupe horizontale d'une arcade (état primitif).

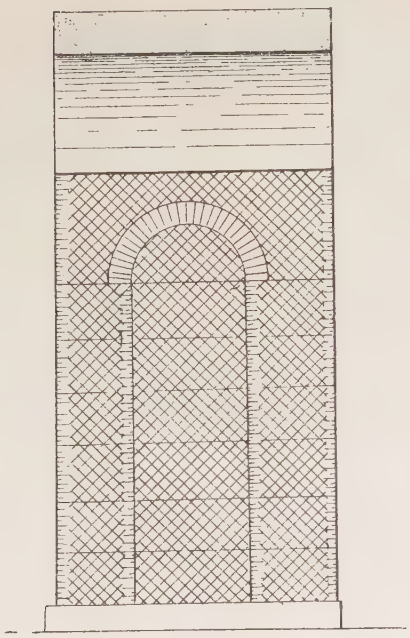


Fig. 35.

est alternativement claire et foncée, ce qui donne aux parements l'aspect décoratif d'un damier [1] (fig. 37).

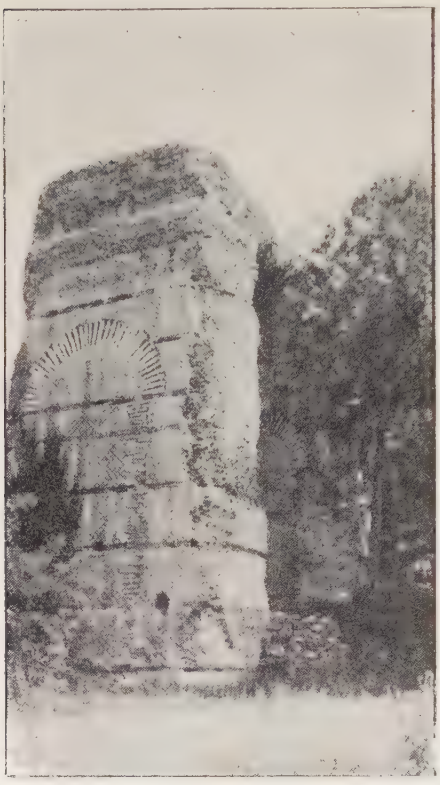


Fig. 36.

La longueur de la conduite sous pression, depuis le départ du réservoir de chasse jusqu'à l'arrivée au réservoir de fuite, est de 1.204 mètres, et la différence de niveau entre ces deux points extrêmes, de 8m,844, d'après le nivellement Gasparin. Le réservoir de fuite est beaucoup plus endommagé que l'autre : il n'en subsiste que des blocs du rampant et la pile massive qui supportait la chambre (fig. 39, hors texte).

Le plateau de Chaponost. — Nous nous trouvons dès lors sur le plateau de *Chaponost*, à trois kilomètres environ au sud-ouest de ce village. L'inclinaison de ce plateau n'est pas aussi régulière que celle du précédent ; l'aqueduc, au sortir du réservoir, passait sur des arcades, très probablement au nombre de quatre, de hauteurs décroissantes, qui au bout de 35 mètres étaient suivies d'un massif de substruction d'une longueur à peu près pareille et dont il reste des débris (fig. 39) ; puis le canal s'enfonçait en tranchée couverte et reparaissait vers le hameau du *Mont*. Là commençait une alternance de trois substructions et de deux suites d'arcades, dans

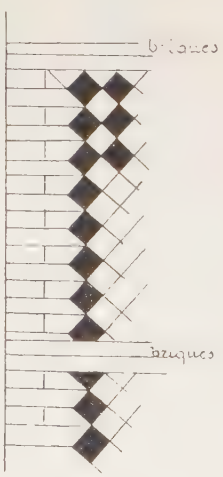


Fig. 37.— Pont du Garon. Détail du parement.

1. L'usure des pierres a partiellement fait disparaître ce contraste régulier. Mais il est encore bien visible en certains endroits.

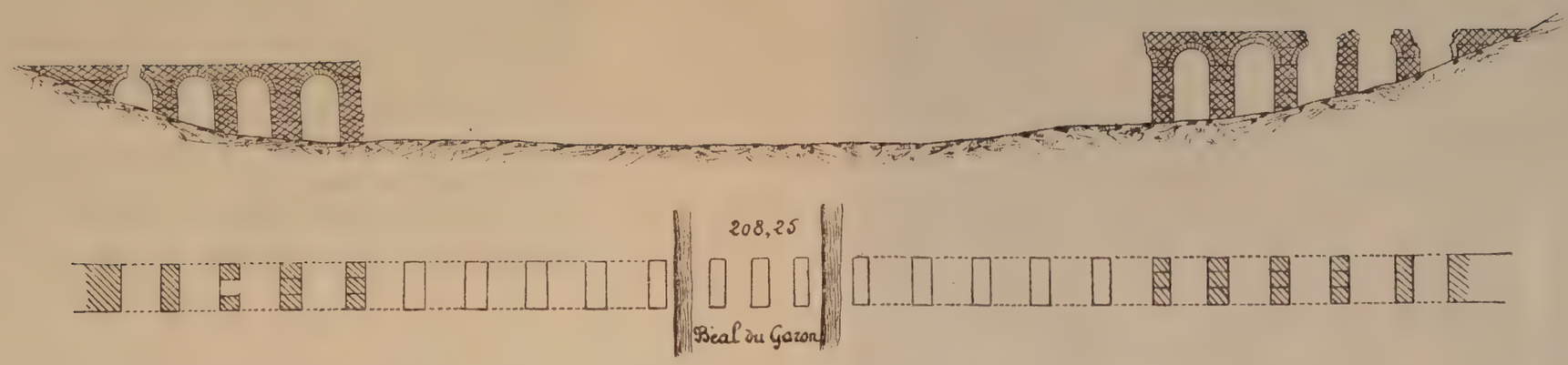


Fig. 38. — Pont-siphon du Garon.

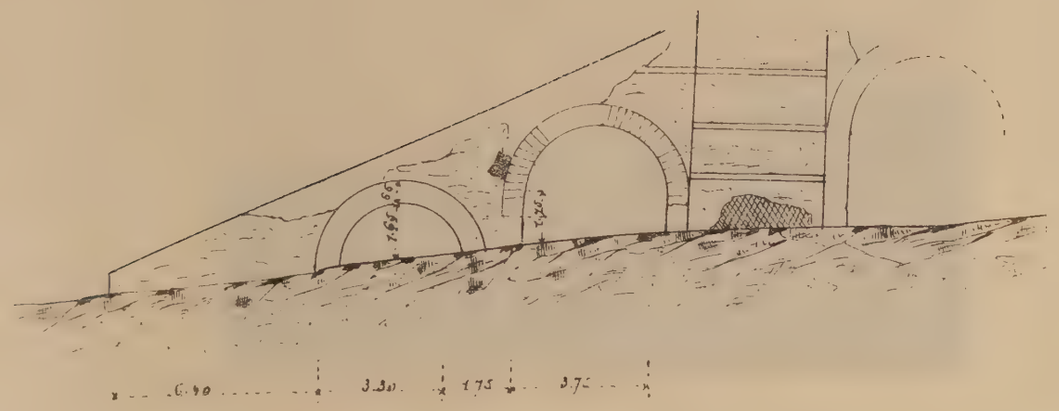


Fig. 39. — Siphon du Garon. Réservoir de fuite.

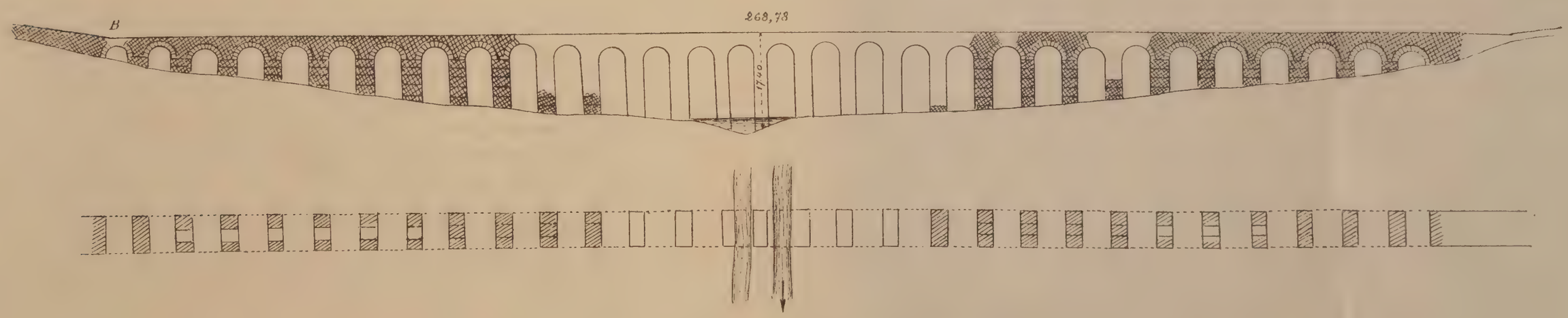


Fig. 40. — Pont-siphon de Beaunant. Ensemble des arcades.

l'ordre suivant : un premier massif de substruction de 20 mètres de longueur était suivi d'une rangée de 55 arcades sur 324 mètres ; puis venaient 191 mètres en substruction, une seconde suite de 43 arcades sur 249 mètres, enfin un dernier massif plein de 129 mètres, ce qui donne une longueur totale de 913 mètres. Ce qui subsiste, ce sont les substructions presque en entier, quelques piles isolées et 8 arcades à la première série, un grand nombre de piles à la seconde. Le tout est revêtu de l'appareil réticulé, mais en pierres de teinte uniforme.

Fig. 41. — Perspective des arcades de Chaponost.

Au voisinage de Chaponost, le canal de nouveau s'enfonce en tranchée, et, laissant le village à droite, le contourne en obliquant plus franchement vers le nord-est. Enfin, à un kilomètre et demi plus loin, apparaît la première saillie d'une longue muraille ininterrompue, qui, émergeant du sol progressivement, découpe à perte de vue sur l'horizon sa vive arête, et le profil à la fois élégant et grandiose de ses multiples arceaux (fig. 41). Le fin réseau, coupé de bandes rouges horizontales qui enveloppe toute la surface des parois et des piliers, fait harmonieusement ressortir, en l'adoucissant, la nuance de la pierre, d'un gris fauve que dore le soleil. L'aspect en est saisissant et rappelle sans trop de désa-

vantage le coup d'œil plus majestueux, il est vrai, mais plus triste et plus monotone aussi, des aqueducs de la campagne romaine.

Voici le détail de cette longue rangée de plus de six cents mètres. Après 65 mètres de substructions, commence, traversée presque tout de suite par la route de Chaponost à Francheville, une file de 92 arcades, longue de 551 mètres, qui aboutit à un réservoir de départ pour un nouveau siphon. L'ouverture de ces arcades n'est pas rigoureusement uniforme, bien que la différence ne soit pas sensible à l'œil : jusqu'à la 75e cette ouverture est de

Fig. 42. — Arcades de Chaponost. Changement de direction.

3m,95 à 4m,05 ; pour celles qui suivent, elle est de 4m,50 à 4m,60. Les piles ont dans la première travée 1m,80 de largeur et d'épaisseur, et 2m,50 de largeur sur 2m,30 d'épaisseur dans la seconde. La hauteur maxima est de 15 mètres, vers les dernières arcades. Le passage d'une de ces deux travées à l'autre est marqué par un angle dont le saillant regarde le nord et dont l'ouverture est d'environ 120°. La ligne est donc brisée, sans que cela nuise d'ailleurs à son effet pittoresque (fig. 42). Il y aura quelques mots à dire au sujet de la raison d'être de ce changement de direction.

La cuvette de l'aqueduc est conservée sur une grande partie de la longueur de cette ligne; mais nulle part elle n'est intacte,

c'est-à-dire recouverte de sa voûte. On voit seulement la naissance de celle-ci et quelquefois même ses voussoirs jusqu'à la clef, d'un seul côté, cela sur quelques mètres de longueur (fig. 43). Ailleurs, presque partout, la paroi manque tout entière d'un côté, et l'on voit sur celle qui reste l'enduit rougeâtre de ciment, cuirasse épaisse inséparable de la pierre qu'elle protégeait.

Une douzaine d'arcades manquent, trois un peu avant l'angle, neuf entre l'angle et le réservoir, et une autre, la trente-cinquième, vers le milieu de la première travée.

Fig. 43. — Arcades de Chaponost. Aspect de la cuvette au sommet.

Troisième siphon, dit de Beaunant. — Le réservoir de chasse, qui commande le passage par siphon de la vallée de l'Iseron, ne présente plus qu'une partie de la paroi du côté de l'entrée, et seulement à mi-hauteur; un pan de la paroi latérale de gauche, et une amorce de la façade, avec un seul orifice (fig. 44). Encore cette façade ne peut-elle être abordée, car le réservoir est beaucoup plus haut que celui de Soucieu, et le rampant offre des solutions de continuité qui défient l'escalade. Les dimensions, à défaut d'une haute échelle, ne peuvent donc être prises qu'extérieurement sur le massif de support. La façade où étaient percés les trous, était de la même largeur que celui-ci, soit de $7^{m},85$; à Soucieu, elle était de $6^{m},16$ seulement. On peut donc supposer avec vraisemblance qu'il

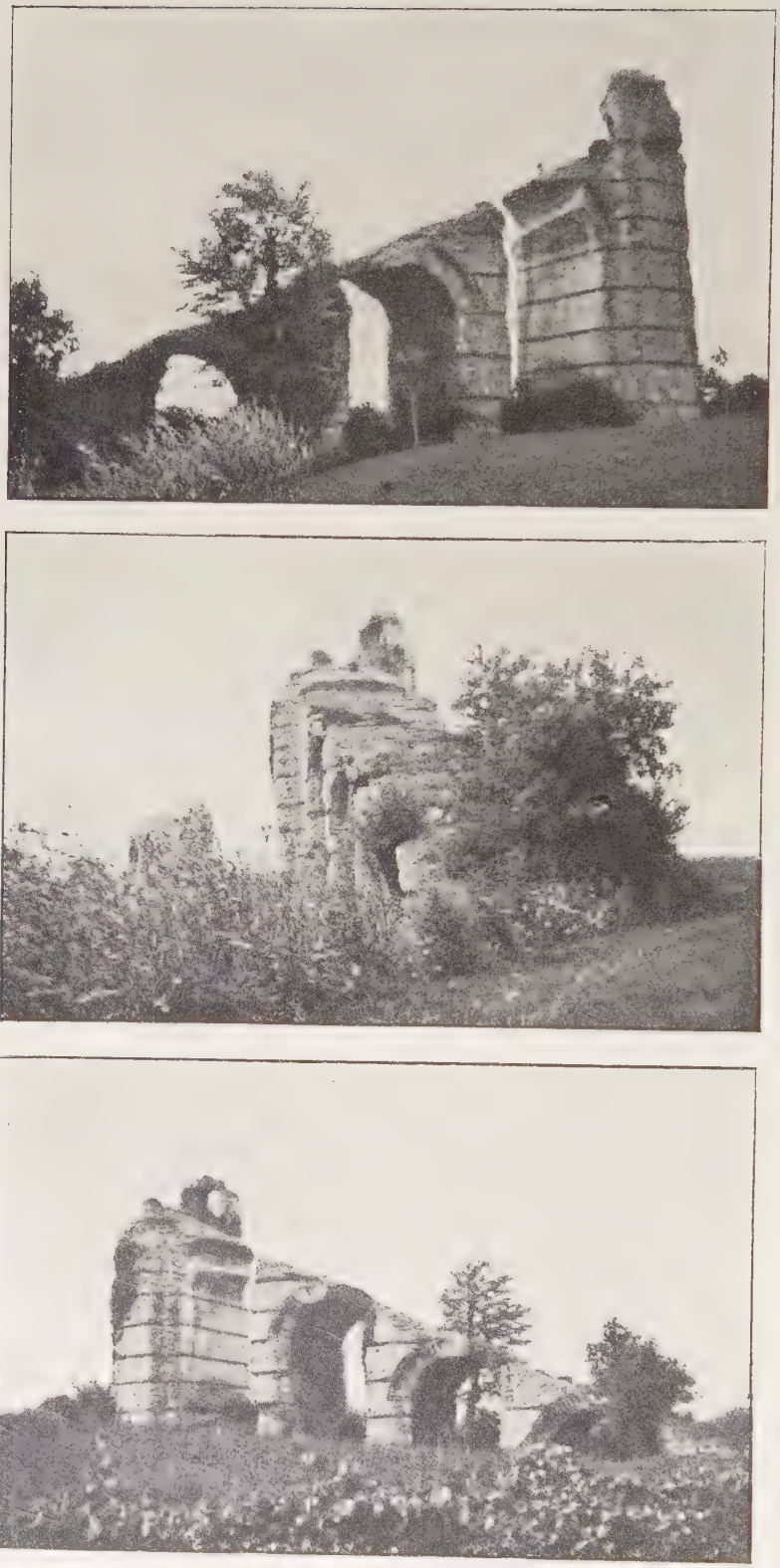


Fig. 11 — Siphon de Beaunant, vues du réservoir de chasse et de son rampant.

devait y avoir ici un orifice de plus. Quant à la dimension transversale extérieure, elle est de $4^{m},55$. La longueur du rampant est d'environ 25 mètres, et sa largeur de $5^{m},35$ au lieu de $4^{m},87$ à Soucieu (fig. 45). Si nous admettons des murs de $0^{m},80$ comme là, les dimensions intérieures, sont pour la longueur, $6^{m},25$, et, pour

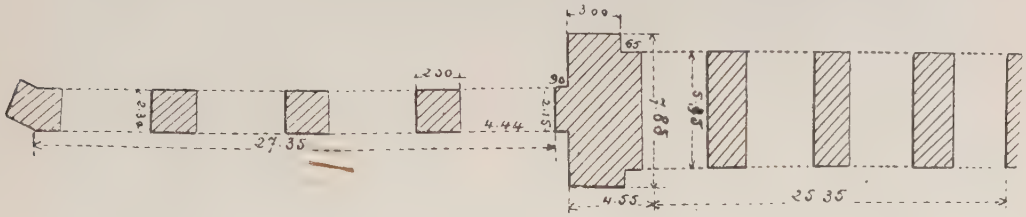


Fig. 45. — Réservoir de chasse du siphon de Beaunant. Plan de l'ensemble et des abords.

la largeur, $2^{m},95$. L'orifice subsistant paraît avoir le même diamètre que ceux de Soucieu; la différence, si elle existe, est certainement minime.

Le siphon qui servait à franchir la vallée de l'Iseron, appelé siphon de *Beaunant*[1], du nom de l'endroit où se trouve le pont antique qui le supportait, fut un ouvrage technique de premier ordre. A considérer non seulement le tracé de cet aqueduc, mais tout le réseau qui s'étendait autour de Lyon, et même tous les aqueducs de l'empire romain, c'est peut-être le travail qui fait le plus d'honneur à la science et à l'habileté des ingénieurs anciens. Du réservoir de chasse au réservoir de fuite en face, sur la colline de *Sainte-Foy-lès-Lyon*[2], la conduite se développait sur une longueur de 2.612 mètres. La hauteur de flèche mesurant la dénivellation était de 123 mètres, et la longueur du pont, sur la rivière d'Iseron, de 269 mètres entre les culées, sur une largeur de $7^{m},35$, avec une hauteur maxima de $17^{m},40$. Les arcades (fig. 40, hors texte) étaient au nombre de 30, avec ouverture de $6^{m},04$. Comme au Garon, une bonne partie des piles qui les soutenaient étaient primitivement évidées (fig. 46) ; mais on dut

1. Je conserve à dessein cette ancienne orthographe, de préférence à celle qui est usitée aujourd'hui je ne sais pourquoi : *Bonnant*.

2. Il est à peine besoin de faire remarquer qu'il ne faut pas confondre ce village de *Sainte-Foy* tout près de Lyon, avec *Sainte-Foy-l'Argentière*, sur La Brévenne. On a vu de même qu'il y a sur le tracé de nos aqueducs, ou dans le voisinage, deux *Saint-Romain* (Saint-Romain-au-Mont-d'Or et Saint-Romain-en-Jarez) et trois Saint-Genis (Saint-Genis-les-Ollières, près de Craponne, Saint-Genis-l'Argentière et Saint-Genis-Terrenoire).

boucher aussi après coup plusieurs de ces arcades longitudinales pour garantir la stabilité de l'ouvrage. Neuf cependant restent

Fig. 46. – Pile evidée.

Fig. 47. — Arcades d'amont, au passage de la route.

encore ouvertes, aux piles 2, 3, 4, 5, 6, 7, 24, 25 et 26, et la largeur de l'évidement est de 3^{m},05. Sept autres ont été bouchées, aux piles 8, 9, 10, 20, 21, 22, 23. Les neuf piles du milieu, la première,

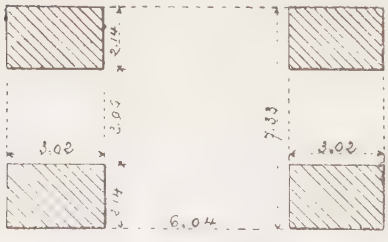


Fig. 48. — Piles evidees. Plan.

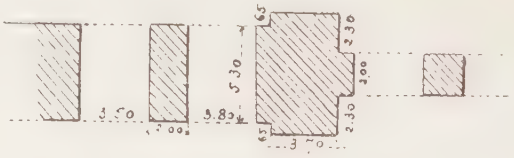


Fig. 49. — Siphon de Beaunant. Plan présumé du reservoir de fuite

la dix-neuvième et les trois dernières, ont toujours été massives, sans arc intérieur. L'épaisseur des piles est de 3,02 (fig. 48).

Mieux conservé que le pont du Garon, le pont de Beaunant, de loin, paraît presque entier. En réalité, bien des arcades manquent, et la maçonnerie qui surmonte la plupart des autres n'atteint pas jusqu'au plan même du tablier. Il reste : les neuf premières arcades d'amont, une partie de la dixième et les piles de 20 à 22, puis de 24 à 29 entières avec leurs arcades (fig. 50). Quelques autres

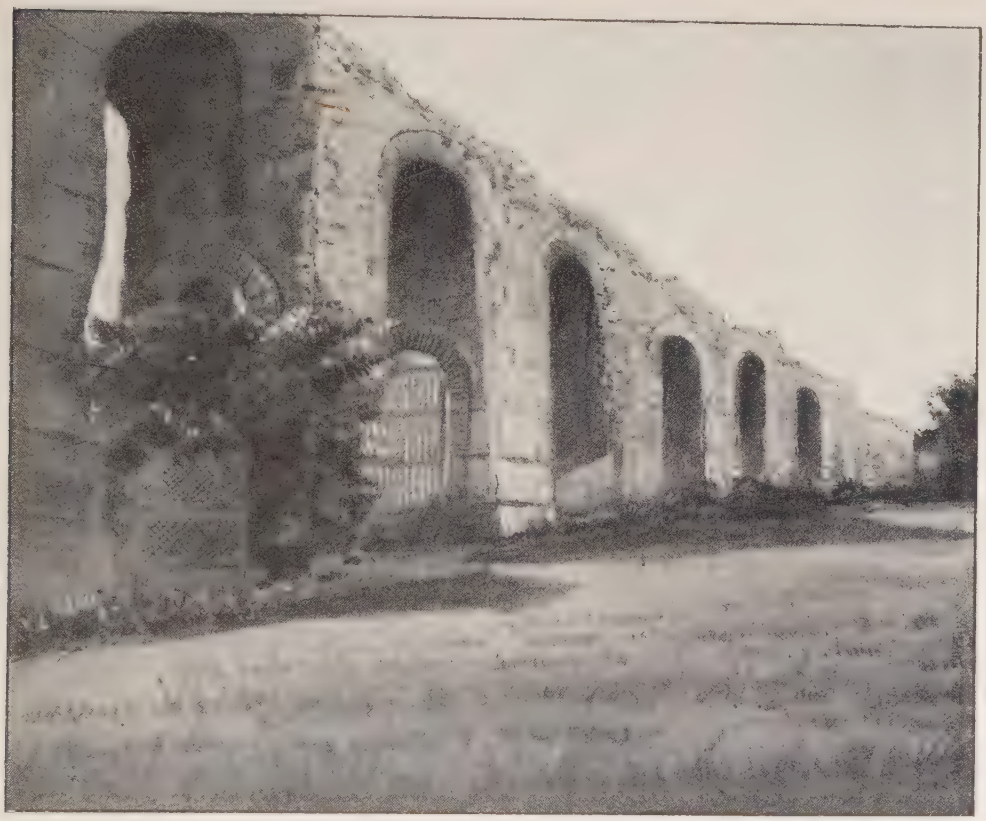


Fig. 50. — Pont de Beaunant. Arcades d'aval.

piles sont encore debout, mais plus ou moins endommagées. L'appareil extérieur de la construction est tout à fait pareil à celui du Garon : c'est le réticulé en damier, par opposition de carreaux clairs et foncés.

La route d'Oullins à Francheville passe sous le pont, sur la rive droite de l'Iseron (fig. 49). Lyon n'étant pas à plus d'une heure de là en voiture, les visiteurs ne manquent pas pour venir admirer les ruines de l'aqueduc de Beaunant. Les belles arcades

de Chaponost, pour le moins aussi intéressantes, sont bien moins connues et fréquentées.

Le réservoir de fuite a laissé quelques vestiges peu apparents, au bord du plateau de Sainte-Foy, près du sentier de La Courtille : on ne peut pas prendre de mesures, mais l'emplacement est bien déterminé[1]. L'aqueduc se retrouve un peu plus loin, et la différence de niveau entre les deux points, de départ et d'arrivée du siphon, est de $9^{m},263$, plus considérable qu'à tous les autres, ce qui se comprend, étant données la profondeur et la longueur de celui-ci, avec la perte de charge qui devait en résulter.

Plateau de Sainte-Foy et quatrième siphon, dit de Saint-Irénée. — D'intéressantes ruines de l'aqueduc se trouvent encore

Fig. 51. — Restes d'arcades et de piles sur le plateau de Sainte-Foy.

à Sainte-Foy. C'est une suite d'arcades, le long d'une rue de ce village (fig. 51). Il y en avait vingt-neuf, représentant une longueur de 165 mètres, mais peu élevées, la plus grande hauteur du radier au-dessus du sol étant de $6^{m},50$. Cette rangée est précédée et suivie de substructions ayant séparément plus de cinquante mètres de long. Celles-ci sont assez bien conservées, mais les arcades ont beaucoup souffert. On n'en voit plus que quelques-unes, outre un certain nombre de piles entières et les fondations de la plupart des autres.

Après cette ligne, dirigée vers le nord-est, l'aqueduc se redresse un peu plus vers le nord. On en revoit quelques débris, supportant des murs, au bord d'un chemin, non loin du fort de

1. Les dimensions marquées (fig. 50) ne sont que probables, d'après d'anciennes constatations.

Sainte-Foy. La fig. 52 représente un état en quelque sorte intermédiaire entre la tranchée et l'ouvrage saillant : l'aqueduc émergeait du sol à moitié[1]. Après un trajet couvert, il reparaissait ensuite pour aboutir au réservoir de chasse du quatrième siphon,

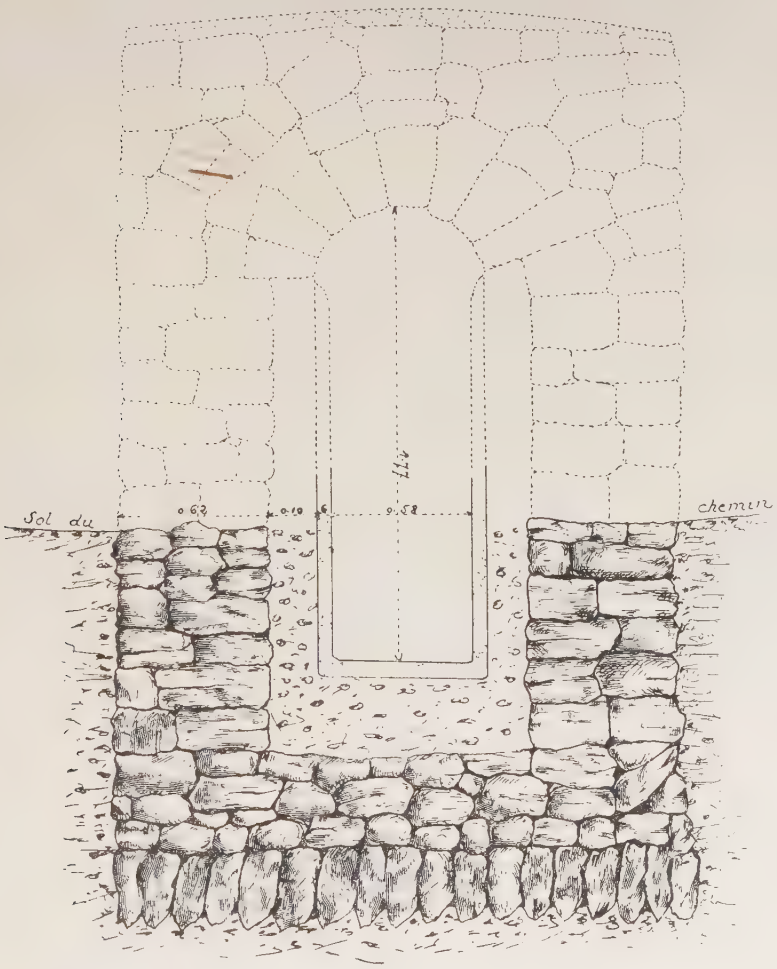


Fig. 52.

celui de Saint-Irénée. Là six piles existent en partie, y compris celle qui supporte le réservoir. Celui-ci, aujourd'hui enfermé dans l'enceinte du fort Saint-Irénée, présente une muraille de façade assez bien conservée et qu'on aperçoit très bien en longeant les

1. La découverte du canal tronqué au ras du chemin *des Arcs* à Saint-Irénée et le dessin avec restitution de la section entière (fig. 52) sont dus à M. Gabut.

fossés au nord et à l'est (fig. 53). Les dimensions sont $4^{m},90$ de longueur sur $1^{m},80$ de largeur, avec huit orifices (fig. 54).

Ce n'est pas une vallée, à proprement parler, que l'aqueduc traversait par les tuyaux issus de ce réservoir, mais une simple ondulation de terrain, entre les deux hauteurs de Saint-Irénée et de Fourvière, à Saint-Just. Cet abaissement est de $32^{m},50$ au-dessous du niveau des orifices. Le trajet des tuyaux entre les deux réservoirs de départ et d'arrivée, mesuré sur le sol, aurait une étendue de 570 mètres. On ne saurait dire avec certitude si

Fig. 53. — Siphon de Saint-Irénée. Réservoir de chasse.

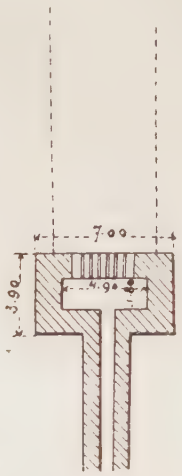


Fig. 54.

ces tuyaux étaient enfouis sur toute leur longueur, comme le pense M. Steyert [1], à la suite d'Artaud, ou s'ils passaient sur un pont au fond du vallonnement, suivant l'avis de Flacheron [2]. En tout cas, l'emplacement du réservoir de fuite se reconnaît à Saint-Just, au bord du chemin qui monte au cimetière de Loyasse, à un niveau inférieur de $1^{m},60$ seulement à celui du réservoir de chasse. Flacheron, qui en a vu les substructions bien apparentes, signale une particularité : l'aqueduc ressortait de ce réservoir, non par la façade opposée à l'entrée des tuyaux, mais par la paroi latérale : « Ce changement, dit-il, fut opéré sans doute pour ne pas déranger la direction du chemin qui passait contre ce réservoir. »

1. *Ouv. cité*, p. 267. — Artaud, *Lyon souterrain*, p. 34.
2. *Ouv. cité*, p. 61.

L'explication paraît juste. Ce réservoir de fuite était placé, en effet, tout à côté de la voie d'Aquitaine, à sa sortie de la ville. On ne pouvait établir là les constructions de l'aqueduc avec autant d'aisance qu'en rase campagne. Le tracé de l'aqueduc a dû bien plutôt se plier à l'obligation de laisser intacts les monuments existants qu'il n'a forcé d'enfouir ou de renverser les obstacles sur son passage. M. Steyert se félicite beaucoup d'avoir expliqué, par la nécessité de faire passer les tuyaux, l'état de mutilation dans lequel se trouvait une série de tombeaux découverts là en 1885[1]. Cette explication n'est pas aussi simple que la dit son auteur. En admettant que la ligne directe qui joint les deux réservoirs coupât en effet celle des tombeaux, il est difficile, surtout du moment qu'il s'agit d'une époque de goût et de savoir-faire, de croire que le passage de quelques tuyaux ait mis l'ingénieur dans la nécessité de faire disparaître de beaux mausolées, ornement de la voie publique; ces tuyaux pouvaient fort bien être détournés, ou soutenus par des arcades, dont il était possible d'établir les piles en ne déplaçant qu'un petit nombre de tombeaux. Ces arcades ont pu exister sans qu'on en retrouve les traces.

Entrée dans Lyon. — Le réservoir de fuite était suivi d'une nouvelle série d'arcades qui longeait la voie antique dont la trace est encore marquée aujourd'hui par la longue mais étroite *rue du Juge-de-Paix*. Cette rue est dirigée suivant la ligne de faîte du plateau de Fourvière jusqu'à l'esplanade où se dresse la basilique,

1. Voici le fait et son explication (p. 267): « Le tracé de ce nouvel aqueduc occasionna cependant un grand bouleversement à l'entrée de la ville où il aboutissait. Le point de son arrivée se trouvait exactement à la porte par où débouchaient la voie et le compendium d'Aquitaine, garnis déjà d'un double rang de monuments funéraires qu'il coupait obliquement. La pente, en cet endroit, était très abrupte au-dessous des murs de la ville ; il aurait fallu établir le rampant sur des arcades dont les piliers auraient intercepté la voie et coupé les sépultures. En présence de ce double désagrément, on résolut de niveler le terrain en pente douce et d'y faire passer les tuyaux de l'aqueduc souterrainement jusqu'à la crête du plateau où une arcade les recevait. De cette façon, les sépultures n'étaient pas détruites, mais simplement enfouies. Quant aux mausolées, ceux dont les familles existaient encore furent démolis jusqu'aux fondations; quelques-uns, que le tracé de l'aqueduc n'atteignait pas, furent rebâtis à la même place; d'autres, dont l'emplacement était plus ou moins occupé par le passage des conduits ou le terrain réservé à leur conservation, furent transportés ailleurs. Mais il y avait des tombeaux dont les possesseurs n'existaient plus... Ceux-là furent recouverts par l'exhaussement du sol. Ils eurent néanmoins quelque peu à souffrir, parce que le remblai ne dépassait pas uniformément leur couronnement parfois trop élevé. Néanmoins, ils furent respectés autant que possible et ne furent mutilés que partiellement. De ce nombre fut le monument fastueux du sévir Turpion, dont il fallut abattre la statue et démolir la corniche dans sa partie basse. »

et qui n'est autre qu'une partie de l'emplacement du forum romain. La ligne d'arcades, à son début, à peu de distance du réservoir, passe tout d'un coup d'un côté à l'autre de la rue, sans qu'on retrouve le raccord à double angle droit qui devait relier les deux tronçons, de directions parallèles : l'arc transversal de liaison a disparu. Mais l'authenticité certaine de ce coude prouve ce qui vient d'être énoncé plus haut, à savoir que le parcours de l'aqueduc devait subir certaines exigences imposées par le plan même de la ville, par l'emplacement de ses voies et de ses maisons[1].

Comme aux plateaux de Chaponost, de Soucieu et de Sainte-Foy, les arcades, s'abaissant peu à peu, faisaient place à des substructions, puis à la tranchée couverte. En faisant les déblais pour la construction de la gare du funiculaire de Fourvière, les ouvriers ont rencontré l'aqueduc sur une longueur d'environ quinze mètres, dans l'axe même de la rue du Juge-de-Paix. Sur toute la longueur de l'aqueduc, découverte par la fouille, existait, adossé à la paroi ouest, un massif énorme de substructions antiques, de quatre mètres d'épaisseur environ, et dont les fondations étaient établies assez profondément en contre-bas du canal. La façade d'un couvent[2] repose sur ces substructions. La maçonnerie en est faite de petits moellons, noyés dans un bain de mortier, le tout d'une dureté extrême[3]. La construction de l'aqueduc est évidemment postérieure aux substructions contre lesquelles il chemine (fig. 55).

L'aqueduc atteint enfin son point terminus, un grand réservoir situé vers l'angle nord-est de l'esplanade de Fourvière, au haut de la montée des Anges, vers l'entrée du passage Gay, à l'altitude de 292 mètres, soit à 8 mètres environ au-dessous du radier du dernier réservoir de fuite, qui est à la cote 300,39. Quand il sera question

1. C'est l'existence de ce coude qui a fait supposer en ce point, à M. de Gasparin, une bifurcation de l'aqueduc, origine de la distribution des eaux. On a cru aussi à un réservoir de distribution qui aurait existé au-dessus de cette arcade. Rien ne permet d'affirmer cela. Mais, comme nous le verrons, rien ne permet non plus de nier l'existence de châteaux d'eau avant les citernes de Fourvière.

2. Le couvent de Jésus-Marie.

3. Ces renseignements m'ont été fournis, par M. Bosi, ami de M. Steyert, qui, par ses patientes recherches et ses observations clairvoyantes, a été souvent pour celui-ci un collaborateur précieux.

de la distribution, la raison probable de cette chute d'altitude, considérable pour un si petit parcours, sera donnée; les proportions et le rôle du grand réservoir seront indiqués aussi.

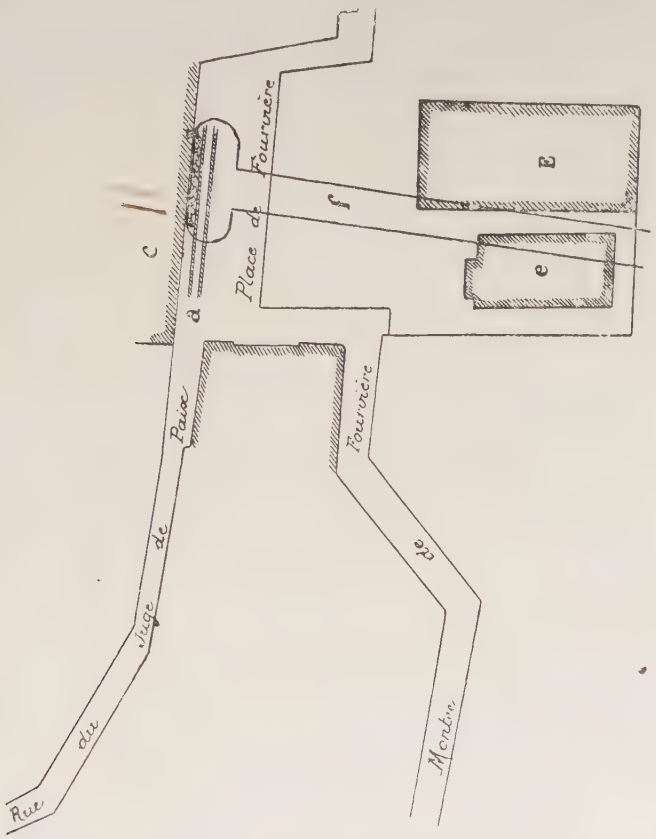


Fig. 55. — *a*, Restes de l'aqueduc. — *c*, Couvent de Jésus-Marie. — *s*, Substructions antiques. — *f*, Funiculaire de Fourvière. — *e*, ancienne chapelle de Fourvière. — *E*, basilique de N.-D. de Fourvière.

§ VI. — **Les aqueducs de la presqu'île.**

Après avoir ainsi décrit en détail le tracé des quatre aqueducs qui aboutissaient aux collines dominant la rive droite de la Saône, il convient de dire au moins quelques mots de ces souterrains voûtés qui, trouvés au bas de La Croix-Rousse et aux bords du Rhône, auraient été, d'après une croyance très répandue,

construits dès l'époque d'Auguste pour amener de l'eau à la presqu'île du domaine des Trois-Gaules. J'ai déjà eu l'occasion de faire remarquer[1] que, pour la splendeur des fêtes données pendant un mois par an autour du fameux autel de Lyon, des aqueducs spéciaux n'étaient pas absolument nécessaires. L'authenticité ou l'ancienneté plus ou moins grande des deux aqueducs dits de *Cordieu* et de *Miribel* ne saurait donc influer le moins du monde sur l'idée qu'on se fait de ces cérémonies et de ces réjouissances.

Il ne m'est pas possible d'entrer, au sujet de ces canaux, dans une discussion approfondie, attendu que l'un d'eux seul m'est connu, et encore d'une façon toute sommaire, par une simple visite fort incomplète. Je dois dire seulement que, d'après les études très sérieuses de Flacheron, de l'architecte Grisard, de M. Bosi, de M. Gabut même malgré ses quelques déductions bizarres, l'un de ces deux prétendus aqueducs romains, celui de Cordieu, dont on n'a jamais saisi la continuité, peut être regardé comme imaginaire, et que l'autre, celui de Miribel, ne remonterait pas au delà du VI^e^ siècle de l'ère chrétienne.

Aqueduc de Cordieu. — L'aqueduc supérieur, dit de Cordieu, prend, dit-on, naissance au voisinage de cette localité, située dans le département de l'Ain, sur le plateau de Dombes, à une vingtaine de kilomètres de Lyon, et aboutit vers l'emplacement de l'amphithéâtre des Trois-Gaules, au Jardin des Plantes. Un archéologue, Martin-Daussigny[2], cité par M. Allmer, indique son parcours par Sainte-Croix, Grillet, Saint-Barthélemy, Saint-Alban, et dans Lyon sur la colline de Saint-Sébastien, par la rue des Fantasques et le clos de l'ancien séminaire. Mais il faut observer que cet auteur ne fournit aucune description personnelle, et, en dehors de Lyon, n'indique aucun point précis où l'on puisse voir le canal. Depuis lors, beaucoup l'ont recherché sur ce parcours désigné, et personne ne l'a reconnu positivement. Et quant aux points vus dans Lyon, Flacheron[3], voulant contrôler les

1. V. ci-dessus, p. 18.

2. Martin-Daussigny, *Notice sur l'amphithéâtre des Trois Gaules*, Lyon, 1863, p. 10 — Allmer et Dissard, *Inscriptions antiques du Musée de Lyon*, t. II, p. 285, suiv.

3. Flacheron, *ouvr. cité*, p. 77.

dires d'Artaud[1] sur ce souterrain observé sous plusieurs maisons de la rue du Commerce et allant vers le Jardin des Plantes, en fit le nivellement, et put établir que sa pente était dirigée vers le Rhône, et, par conséquent, en sens inverse de sa direction vers l'amphithéâtre; qu'il n'avait donc pu y amener les eaux; qu'enfin il n'avait jamais été enduit de ciment de tuileau, comme l'étaient toujours chez les Romains les aqueducs d'eau potable, et que, si l'on voulait y reconnaître un travail romain, il ne fallait le prendre que pour un égout. Il est difficile, entre ces observations, ces mesures précises et les assertions vagues de l'autre opinion, de ne pas se ranger du côté des premières.

Aqueduc de Miribel. — Quant à l'aqueduc inférieur, celui de Miribel, il se compose de deux vastes galeries jumelles voûtées en plein cintre, et séparées l'une de l'autre par un piédroit intermédiaire. Chacune a pour dimensions une largeur uniforme de $1^{m},90$, une hauteur sous clef variant de $2^{m},40$ à $2^{m},85$, une distance du radier à la naissance des voûtes de $1^{m},48$ à $1^{m},90$, cette naissance étant en retraite sur les piédroits de $0^{m},04$ à $0^{m},05$; enfin, les parois ont $0^{m},80$ d'épaisseur. Ces galeries sont interrompues, à des distances irrégulières, par des chambres, formées d'une, deux ou même trois voûtes transversales, s'élevant jusqu'à une hauteur de $3^{m},75$, et offrant une ouverture à la partie supérieure, de manière à donner accès dans le canal (fig. 56).

Delorme aurait retrouvé la continuité de ces galeries jusque vers l'Hôtel de Ville de Lyon, à l'angle des rues du Griffon et Puits-Gaillot, à la cote 168 mètres. Quelques substructions en existent encore sous le cours d'Herbouville, le long du Rhône. Mais on ne les trouve entièrement conservées que sur quelques points seulement, toujours à proximité du fleuve qui parfois les baigne[2], depuis Saint-Clair jusqu'à Miribel, en particulier au ravin de *Vassieu*, à *La Pape*, à *Crépieu* et à *Neyron*. C'est près de ce dernier village que se voient les vestiges les plus marquants, en

1. Artaud, *Lyon souterrain*, p. 205.

2. Les eaux du Rhône en ont emporté de longues étendues; l'établissement du chemin de halage au bord du fleuve en a détruit beaucoup aussi; enfin, la construction du chemin de fer de Lyon à Genève a nécessité de nombreuses démolitions.

particulier une de ces chambres signalées plus haut, beaucoup plus vaste que les autres (fig. 57, hors texte).

Quel rôle jouaient ces chambres ? C'étaient, croit-on, des chambres de prise d'eau. Il est en tout cas difficile d'admettre que ce fût l'eau du Rhône qui s'y rendît, car on sait qu'anciennement le lit de ce fleuve était, dans cette région, plus bas et plus au sud ; l'eau n'aurait pu remonter jusqu'à la chambre de Neyron. Reste à penser qu'on y recueillait de l'eau de source arrivant par des canaux de captage, ou que les eaux de ruissellement s'y trouvaient arrêtées. A partir de Neyron jusqu'à Miribel (à 13 kilomètres de Lyon), il n'y a plus qu'une seule galerie qui se prolonge encore, paraît-il, non pas jusqu'à Montluel, comme on l'a dit quelquefois, mais jusqu'à Saint-Martin, où des canaux plus petits aboutissent, destinés probablement à alimenter la galerie principale.

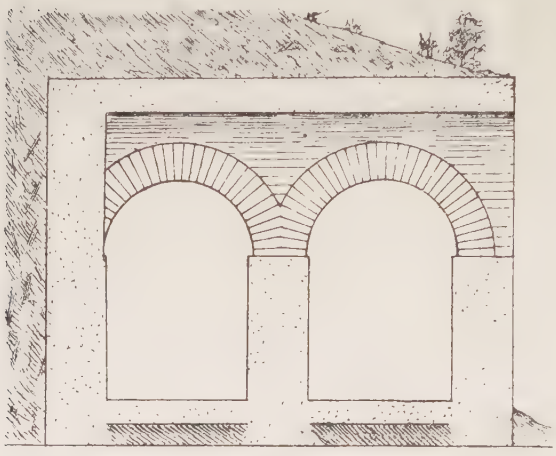


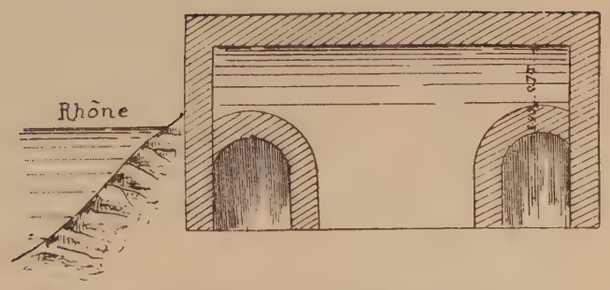
Fig. 56. — Aqueduc de Miribel. Chambre voûtée où aboutissent les galeries jumelles.

Malgré leurs dimensions insolites, on pourrait reconnaître à la rigueur dans ces galeries un aqueduc romain de la grande époque impériale, si l'on y observait un emploi de matériaux et des procédés de construction analogues à ceux qu'on trouve aux ouvrages hydrauliques anciens de Rome et des provinces. Mais il y a vraiment de trop grandes différences entre le mortier ou le béton de ces galeries, et les matériaux correspondants dans tous les aqueducs romains : ce n'est ni la même consistance, ni la même composition, à beaucoup près ; la différence avec les mortiers modernes est au contraire peu sensible. L'intérieur des piédroits, entre les parements, est rempli aussi, en plusieurs endroits, par du béton de gravier, coulé, ce qui n'est pas un procédé romain. Tous les architectes qui ont examiné cet ouvrage,

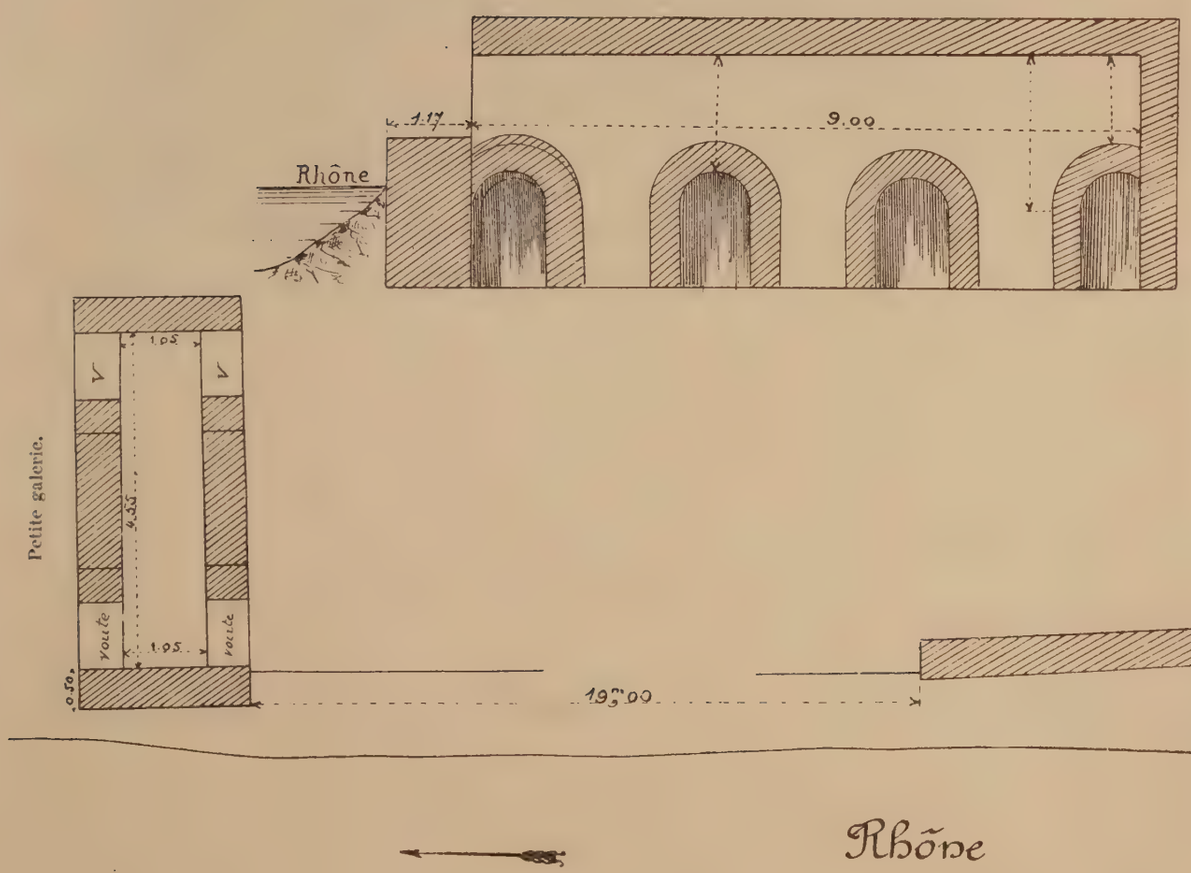
AQUEDUC DE MIRIBEL

Fig. 57. — Restes d'ouvrages découverts à Neyron.

Coupe de la petite galerie.

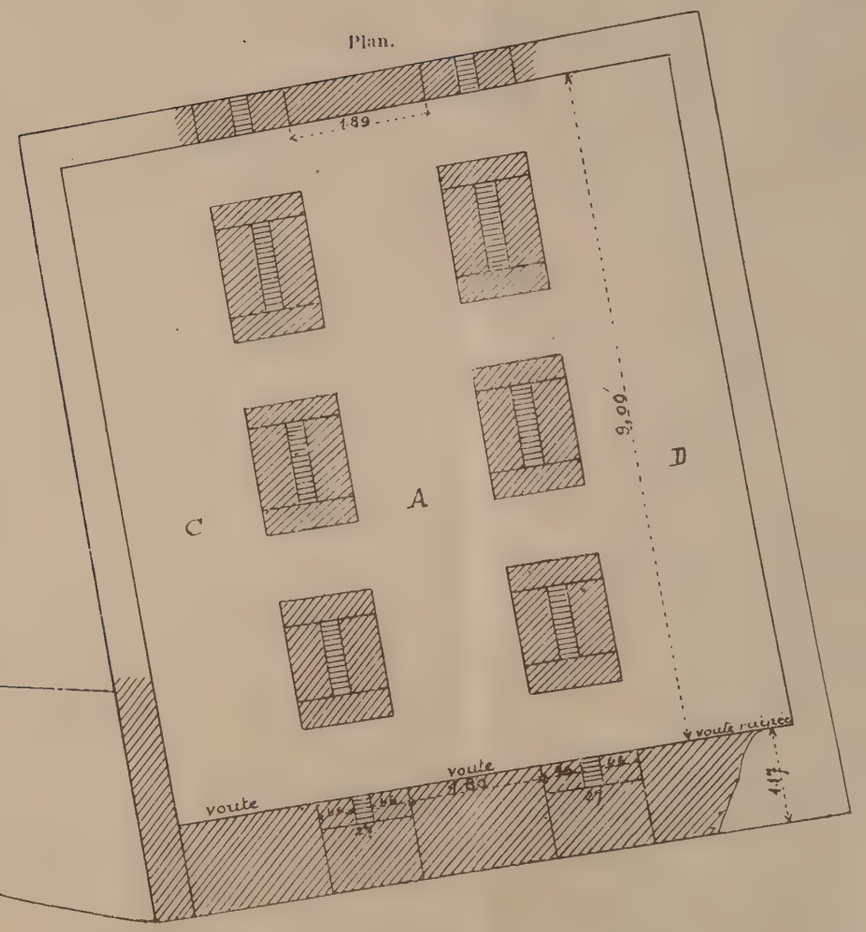


Coupe longitudinale de la galerie A.



A Galerie explorée
C Galerie existante, non explorée
D Galerie en partie détruite

Plan.



depuis Flacheron jusqu'à Grisard et bien d'autres, ont été, sur ces points, du même avis.

Des observations intéressantes ont été faites par M. Bosi, à Crépieu. Il a remarqué que le sol de l'aqueduc n'était pas cimenté mais recouvert d'une couche d'argile de $0^{m},11$ d'épaisseur, et si résistante, que le propriétaire de l'endroit l'avait prise pour un dallage. Quant aux moellons d'appareil et aux voussoirs, au lieu d'être bouchardés, ils sont dressés à la pointe et piqués de stries (fig. 58). Ces deux procédés, pour le radier et pour la taille, selon M. Steyert, seraient caractéristiques de l'époque mérovingienne. Assurément, un radier non cimenté ne témoigne guère pour l'hypothèse d'une construction romaine.

Fig. 58.

Flacheron voyait dans ces galeries un chemin couvert, reliant entre elles, au moyen âge, les fortifications de Lyon et celles de Miribel, où se dressait un château fort protégeant la ville. Il est plus rationnel d'y voir un aqueduc, qui aurait, en effet, alimenté le quartier de la presqu'île lyonnaise. A quelle époque a-t-il été construit et a-t-il fonctionné ? Je ne puis me prononcer là-dessus pour le moment, tout en étant porté à le croire plus récent que les débuts du moyen âge. Il me suffit d'exprimer l'avis qu'il ne faut pas y voir un ouvrage romain.

CHAPITRE III

PRISES D'EAU, NIVEAUX ET SIPHONS

§ I. — **Les prises d'eau.**

Ni chez Vitruve, ni chez Pline, ni chez aucun des auteurs anciens qui ont plus ou moins traité des eaux, de leurs qualités, de leur découverte et de leur emploi, nous ne trouvons de renseignement précis sur les procédés de captage. Tous les restes de dispositifs que l'on retrouve à l'origine des aqueducs antiques attestent cependant l'habileté avec laquelle, depuis une époque fort reculée, on savait reconnaître une nappe d'eau souterraine, pénétrer jusqu'à elle et l'amener au jour.

Sources captées pour les aqueducs antiques de Rome. — A Rome, bien avant que les premiers aqueducs fussent construits, on avait, sans parler des nombreux puits que les fouilles ont révélés dans tous les quartiers de la ville, capté plusieurs sources, dont les eaux, au dire de Frontin, demeurèrent toujours objets de vénération, grâce à leur vertu spéciale pour la guérison des malades [1] : telles furent les fontaines de *Mercure*, des *Camènes*, de *Juturne*. Les nappes d'eau qui filtraient sous les sept collines et se répandaient autrefois en marécages dans les intervalles de celles-ci, avaient été canalisées, au moyen de galeries souterraines

1. Frontin, *de Aquis*, 4.

dirigées en tous sens, ainsi que l'ont démontré les découvertes de *Fea* en 1815 et de Rossi en 1853 [1].

Un premier aqueduc fut construit en l'an de Rome 441, sous le consulat de M. Valerius Maximus et de P. Decius Mus, par le censeur Appius Claudius Crassus, le même qui fit construire la voie Appienne depuis la porte Capène jusqu'à la ville de Capoue [2]. L'eau amenée prit aussi le nom d'*Aqua Appia*. Elle fut captée au voisinage de la voie Prénestine, entre le septième et le huitième milliaire. Le texte de Frontin fait comprendre qu'on ne se contenta pas de recueillir une source jaillissant à l'air libre, mais que l'on dut faire des recherches souterraines et sans doute aménager des conduits pour amener au jour les filets d'eau [3].

Des travaux de captage certainement plus considérables encore furent faits pour amener, cent soixante-sept ans après, en l'an 608 de Rome, l'eau dite *Marcia*, du nom du préteur *Marcius Rex*, qui, empiétant sur les attributions habituelles des censeurs, se fit confier le soin de construire un aqueduc plus grand que ceux qui existaient déjà [4]. Car il y en avait un second, inauguré en l'an 481, qui recueillait les eaux de l'Anio au delà de Tibur (Tivoli), dans la vallée qu'enserrent les monts *Simbruens* : c'était une première application de l'autre procédé de prise d'eau, par dérivation d'un courant. Quant à l'eau Marcia, à peu près trois fois plus abondante que l'eau Appia, elle provenait d'une source située à quelques milles plus haut que le détournement de l'Anio, dans la même région, vers le 38e milliaire de la *via Sublacensis*, entre les villages modernes de Vicovaro et de Subiaco [5]. Il est plus que probable que si les eaux venaient se réunir au pied de la montagne en un seul point [6], tête de l'aqueduc, elles y étaient entraînées par des travaux d'excavation fort importants, analogues, bien que

1. Lanciani, *Roma antica, Le Acque e gli Acquedotti*, p. 15.

2. Frontin, *de Aquis*, 5.

3. *Ibid.* — *Appius... collegam habuit C. Plautium, cui ob inquisitas ejus aquae venas Venocis cognomen datum est.* « Appius eut pour collègue C. Plautius, qui pour avoir recherché les veines de cette eau, reçut le surnom de *Venox*. »

4. *Ibid.*, 7.

5. Pour cette question, fort débattue, de l'emplacement exact des sources antiques dans cette région du haut Anio, v. Lanciani, *ouv. cité*, p. 61, suiv. Je me permets de renvoyer aussi au rapport que j'ai eu l'honneur de publier récemment dans les *Nouvelles Archives des Missions scientifiques*, t. XV (p. 75, suiv.).

6. Ce point correspond très probablement à la *troisième Sereine*, une des sources recueillies par la Société actuelle de l'*Acqua Marcia*.

sans doute plus sommaires, à ceux que pratique la Société actuelle de l'*Acqua Marcia*, qui, en les exécutant, a retrouvé quelques traces des drains anciens.

Le texte de Frontin présente une lacune regrettable, à ce passage même où il est question de l'emplacement de la prise d'eau; quelques mots seulement, mais importants, ont disparu. Voici l'état du texte :

« *Sublacensi autem, quae sub Nerone principe primum strata est, ad miliarium tricesimum octavum sinistrorsus intra passus ducentos fontium... sub... bus petrei* [*s*]... *stat immobilis stagni modo colore praeviridi.* » Il est très permis de voir, dans les fragments de mots... « ...*bus petrei* [*s*] .. », une allusion aux drains collecteurs. L'éditeur Dederich rétablit ainsi la fin de la phrase : « *fontium infinita multitudine sub fornicibus petreis scatenti stat immobilis*, etc.[1] »

La richesse en veines liquides à cet endroit de la vallée était loin d'avoir été entièrement exploitée par le préteur Marcius, puisque après avoir découvert dans les siècles suivants d'autres sources dans les monts Albains[2], et aux environs immédiats de Rome[3], on revint, sous Auguste, au voisinage de la source Marcia, et que l'on enrichit l'ancien aqueduc des eaux d'une autre source captée à huit cents pas plus haut[4]; qu'enfin, sous Caligula et Claude, on construisit un nouvel aqueduc où furent envoyées les eaux de deux autres sources du voisinage (*Curtia et Caerulea*). Ce fut l'aqueduc *Claudia*[5], inauguré en l'an 803 de Rome (49 ap. J.-C.), en même temps que l'*Anio novus*, partant d'un peu plus haut et dérivant par un second ouvrage les eaux de l'Anio.

Au temps de Frontin, c'est-à-dire sous les règnes de Nerva et de Trajan, neuf aqueducs étaient donc construits et en service

1. La traduction serait donc : « A deux cents pas sur la gauche de la voie *Sublacensis*, qui fut pavée pour la première fois sous le principat de Néron, vers le 38e milliaire, cette eau, qui provient d'une multitude infinie de sources jaillissant sous des galeries dans le rocher, forme une nappe immobile comme la surface d'un étang, et d'une belle couleur verte.

2. Eau *Tepula*, conduite en l'an de Rome 627, par les censeurs Cn. Servilius Cépion et L. Crassus Longinus (*De aq.*, 8). — Eau *Julia*, captée par Agrippa en 719. — (Voir ci-dessus, p. 13.)

3. Eau *Virgo*, amenée aussi par Agrippa en 740 (*De aq.*, 9), et eau *Alsietina*, datant également du règne d'Auguste.

4. Elle fut appelée Augusta. (*De aquis*, 12).

5. *Ibid.*, 13.

pour l'alimentation de la ville de Rome : *Appia*, *Anio vetus*, *Marcia*, *Tepula*, *Julia*, *Virgo*, *Alsietina*, *Claudia*, *Anio novus*. Deux autres, *Trajana* et *Alexandrina*, construits, l'un sous Trajan, l'autre sous Alexandre Sévère, complétèrent le nombre de onze, qui ne fut jamais dépassé, quoi qu'en ait dit Procope, l'historien grec du VI^e^ siècle ; son affirmation, qui porte ce nombre à quatorze, est controuvée.

Si, sur ces onze aqueducs, nous n'en comptons que deux qui fussent alimentés par la dérivation d'un cours d'eau et un seul par l'écoulement d'un lac, ce n'est pas seulement une preuve que les eaux de sources étaient plus estimées des Romains que les eaux courantes des rivières pour leur fraîcheur et leur pureté, cela démontre aussi l'habileté à laquelle on était parvenu dans les procédés de captage, et l'expérience qu'en avaient les ingénieurs longtemps avant que fût commencé le premier aqueduc de Lyon.

Méthode de prise d'eau à l'aqueduc romain de Sens. Relèvement du point d'émergence. — Néanmoins ce qui reste des anciens captages aux aqueducs de Rome est trop rare et trop peu net pour nous aider à reconstituer par la pensée ceux des aqueducs lyonnais. C'est un autre aqueduc antique des Gaules, celui de Sens, datant comme eux des premiers siècles de l'empire, qui va nous fournir tout d'abord un intéressant exemple des dispositifs que nous ne pouvons plus guère apercevoir autour de Lyon, et que pratiquaient les ingénieurs romains.

En exécutant le projet d'adduction des eaux de La Vanne qui alimentent Paris depuis une trentaine d'années, Belgrand[1], s'aidant d'une notice écrite par un professeur du lycée de Sens, M. Julliot, a reconnu, sur presque toute sa longueur, l'aqueduc romain qui conduisait dans cette ville l'eau de trois sources, comprises parmi les douze que recueille maintenant la ville de Paris. Ces trois sources sont celles de *Noé*, de *Theil* et de *Saint-Philbert*. Elles proviennent de nappes profondes et arrivent au jour par de véritables cheminées de puits artésiens forées dans la craie compacte. Ces cheminées sont remplies de cailloux, et constituent comme des drains ascendants qui ont eu pour but

1. *Ouvr. cité.* V. ci-dessus, *Introduction*, p. XV.

de relever les points d'émergence de chaque source, trop bas pour la pente que les Romains devaient donner à leur conduite.

« Lorsque nous avons acheté la source de Noé pour le compte de la Ville de Paris, dit Belgrand [1], elle était encore renfermée dans le bassin de captation des Romains. Le diagramme suivant (reproduit fig. 59), fait voir la disposition de ce bassin.

« L'eau sortait du pied du mur figuré sur ce croquis, par six barbacanes ou griffons, dont cinq sont encore visibles. Le dessus de ce mur est d'origine moderne et soutient le chemin de Noé à Theil ; mais le bas, appareillé en petits moellons, est au contraire une véritable maçonnerie romaine. L'eau s'élevait dans le bassin, à l'altitude $89^{m},46$, à 1 mètre environ au-dessus du radier de l'aqueduc, dont les ruines se voient à droite, à l'altitude $88^{m},51$. »

Or, la source, originairement, jaillissait certainement au pied

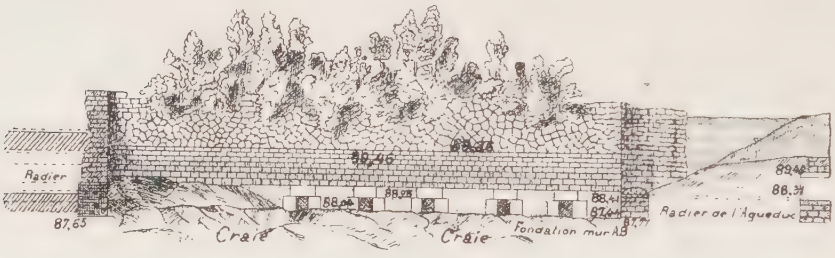


Fig. 59. — Aqueduc de Sens. Bassin de captage de la source de Noé.

du coteau, à l'altitude $85^{m},20$. Les Romains ont donc opéré un relèvement de $89^{m},46$ moins $85^{m},20$, soit de $4^{m}.26$.

La figure 60 donne, d'après Belgrand, l'aspect d'un des griffons ; au-dessous de la dalle qui le recouvre, l'appareil de petits moellons est remplacé par un bétonnage formé de cailloux et de mortier de chaux.

Ce relèvement de l'eau, qui la faisait ainsi aboutir dans un bassin au-dessus du point naturel d'émergence préalablement obstrué, indique une idée ingénieuse et un savoir-faire plein de ressources. Ce qui est frappant, c'est la mise en pratique, à cette époque, de deux procédés : celui des galeries empierrées, pour le captage et la circulation de l'eau, et celui des puits

1. P. 209.

artésiens. Au sujet de ce dernier, en tant qu'utilisé par les Romains, on peut observer que M. Lanciani lui-même, dans son savant ouvrage sur les eaux de Rome, hésitait à se prononcer, n'ayant à citer que l'exemple incertain des puits de *Hodna*, près de Sétif[1]. Or, nous avons ici un spécimen, non pas de puits artésiens proprement dits, mais certainement de l'application du principe.

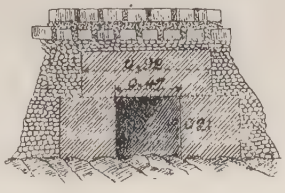


Fig. 60. — Détail d'un griffon.

M. Julliot, à qui se réfère Belgrand pour l'étude historique de cet aqueduc de Sens, en fait remonter la construction, d'après une inscription trouvée, en 1850, dans la rivière d'Yonne, au règne d'Auguste et à l'administration de son gendre Agrippa. Cette inscription, dont un côté a été mutilé, se présente ainsi :

... ...DIVI NEPOTI PONTIFICI
..... .COS · IMP · PRINCIPI
IVVENTVTIS
....TAS SENONVM

Le personnage qu'elle désigne est certainement Caïus César, fils d'Agrippa et petit-fils adoptif d'Auguste, qui fut consul en l'an 1 après Jésus-Christ et que l'empereur décora en effet, ainsi que son frère Lucius, du titre de « prince de la jeunesse ». M. Julliot pense que l'exécution de l'aqueduc fut un des motifs qui portèrent les Sénonais à élever un monument à ce jeune homme, en témoignage de reconnaissance à l'égard soit d'Agrippa soit d'Auguste lui-même. Cette adduction d'eau serait donc contemporaine des premiers aqueducs lyonnais. De toute façon, elle n'est pas plus récente que le premier ou le second siècle de l'empire ; et, au surplus, l'art hydraulique ne fit certainement pas de progrès depuis les Antonins. Ce qui fut fait à Sens put donc être fait à Lyon.

1. « Si e disputato se i Romani abbiano conosciuto la teoria dei pozzi artesiani, e se, conoscendola, abbiano tentato di porla in esecuzione... Per me la questione e assai dubia. » (*Ouvr. cité*, p. 7.)

Prise d'eau de Zaghouan pour l'aqueduc de Carthage. — Le bassin de la source de Noé ne fut pas construit avec luxe ; on n'eut en vue, en l'établissant, que son résultat pratique, et ce serait une raison de plus pour le faire remonter au premier siècle. Plus tard, en effet, on verra se manifester le souci de l'ornement, la recherche du grandiose ou du gracieux dans les travaux de ce genre. Alors s'élèveront quelquefois, au-dessus des bassins de captage, de larges esplanades ornées de statues, tandis qu'au-dessous l'eau s'échappera en nappes transparentes et en cascades. Telle fut la prise d'eau avec nymphée, à l'origine du grand aqueduc de Carthage, construit sous le règne d'Hadrien[1]. Elle se trouve, à Zaghouan, à 132 kilomètres du point d'arrivée. Ayant eu l'avantage de la visiter en détail, je ne crois pas inutile d'en donner ici la description, qui nous permettra de restituer avec vraisemblance, par analogie dans sa disposition technique, une des prises d'eau les plus importantes des aqueducs de Lyon, celle de la vallée de l'Orgeolle, origine du canal de La Brévenne.

A un kilomètre au-dessus de Zaghouan, au sud-ouest, au pied d'une gigantesque muraille de rochers (Djebel-Zaghouan, *Mons Zeugitanus*), sur une plate-forme qui domine le pays, s'élève un monument peut-être unique en son genre parmi tous les édifices qui subsistent de l'empire romain. C'est un nymphée grandiose, presque un temple. Il se compose d'une enceinte semi-circulaire formant terrasse A, (fig. 61), sous laquelle l'eau vient sourdre des veines et des fissures de la montagne pour se rassembler dans un bassin de forme elliptique B. à 3 mètres plus bas que la terrasse. A droite et à gauche du bassin, deux escaliers de quinze marches chacun et de 2 mètres de large donnent accès à cette terrasse, longue de $30^{m},20$ sur $20^{m},20$ de largeur, et autour de laquelle circule une galerie, jadis couverte et soutenue par des colonnes. A l'extrémité opposée au bassin,

1. Cette prise d'eau était encore assez bien conservée, au milieu du siècle dernier, dans ses éléments essentiels, pour qu'on ait pu l'utiliser presque sans modification pour l'approvisionnement de la ville de Tunis. On a suivi à peu près en entier le tracé de l'aqueduc qui en était issu, et dont beaucoup de parties ont pu servir également, avec quelques restaurations. L'aqueduc d'Hadrien n'était peut-être lui-même que la reconstruction d'un très ancien ouvrage carthaginois, totalement ruiné depuis la destruction de la ville par les Romains.

s'ouvre le sanctuaire, recouvert d'une coupole, et au fond duquel est une niche vide où était placée la statue de la divinité principale protectrice de la source. La galerie latérale se divisait en une série de compartiments, sortes de chapelles, qui de deux

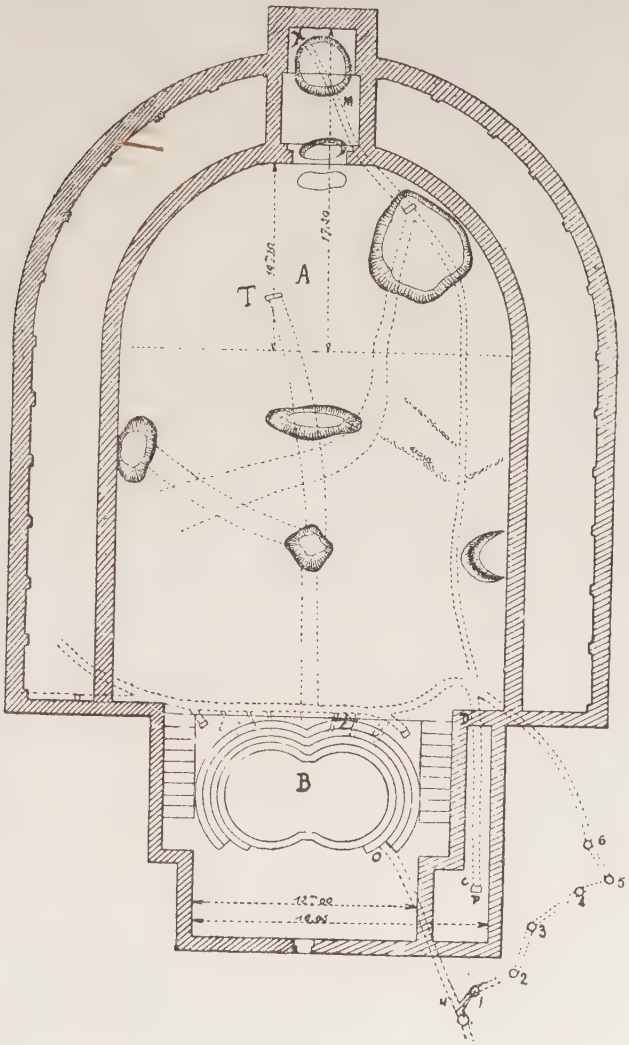


Fig. 61. — Nymphée de Zaghouan, avec prise d'eau souterraine.

en deux comportaient une niche garnie d'une statue. Du bassin, long de $8^{m},75$, large de $4^{m},46$ maximum, et de $3^{m},86$ minimum, les eaux s'engageaient dans l'aqueduc par l'orifice O.

Le bassin se remplissait par une série de petits conduits *i i*,

ouverts dans la paroi du fond. Le puits P, à droite du bassin, donne accès dans une galerie souterraine C D, que l'on peut suivre pour rejoindre la canalisation romaine de prise d'eau, utilisée telle quelle, sauf quelques travaux de déblaiement et de consolidation qu'on a dû faire. Le canal fait un détour, représenté en bas du plan par la ligne des puits 6, 5, 4, 3, 2, 1, et va se réunir à la conduite O H qui part du bassin. Au point où aboutit la galerie C D se joignent deux branchements, dont l'un amenait au bassin une partie de l'eau captée en amont. L'autre, dans lequel on peut s'engager, est une galerie de plus en plus étroite et basse, qui recueille les eaux filtrant en abondance des fissures du rocher et des drains aménagés de distance en distance. De nouvelles ramifications se rencontrent à mesure qu'on s'enfonce ; la figure 61 donne une idée de l'ensemble de ce réseau souterrain; on y voit que les deux points extrêmes par où l'eau s'échappe du rocher sont les points X et T. X correspond au fond du sanctuaire, et T à un point de la terrasse situé à quelque distance de l'axe, plus près du sanctuaire que du bassin.

A partir du point H, l'aqueduc, ayant pris sa section normale de $0^m,80$ à $0^m,90$ de largeur sur $1^m,60$ de hauteur en moyenne, continue de suivre le tracé romain. Un peu au-dessous de Zaghouan, ce tronçon partant du nymphée est rejoint par une autre branche qui vient d'un bassin de captage situé au nord-est du premier à un kilomètre environ. On croit y avoir retrouvé les traces d'une ancienne prise d'eau romaine ; mais il n'y avait rien de comparable à l'état de la prise d'eau du nymphée, et tout, pour le service de l'aqueduc de Tunis, a dû être reconstruit à neuf[1].

Le débit actuel est de 200 litres par seconde au minimum, soit de 17.280 mètres cubes par 24 heures. Quel était le débit au temps des Romains ? Il est bien difficile de le préciser. On a calculé[2] qu'il était de 370 litres par seconde, soit environ 32.000 mètres cubes par 24 heures. L'appauvrissement peut s'attribuer soit au

1. Il en a été de même de la prise d'eau du Djebel Djouggar (*Mons Zuccharus*), qui fut aménagée probablement sous Septime-Sévère, vers l'an 200, et que l'on a remise en usage en reconstruisant sur 33 kilomètres une branche d'aqueduc rejoignant la canalisation principale à Moghrane, à 6 kilomètres au-dessous de Zaghouan.

2 Caillat, *Revue archéologique*, XXVI, 1879.

déboisement des montagnes, soit à l'obstruction des veines d'eau souterraines. A voir la hauteur de l'eau dans le réseau des galeries décrit ci-dessus, on s'aperçoit facilement qu'elle devait être plus considérable autrefois, et que ces galeries avaient été creusées en vue d'une circulation beaucoup plus abondante.

Prise d'eau principale de l'aqueduc de La Brévenne dans la vallée de l'Orgeolle. — D'après cette disposition de la prise d'eau de Zaghouan, on peut imaginer aisément ce que dut être autrefois celle de l'aqueduc de La Brévenne [1] et expliquer l'état où elle se trouve aujourd'hui. Evidemment, il n'y avait ici ni sanctuaire, ni statues, ni élégant bassin, ni ornement extérieur d'aucune sorte. Mais le réseau de captage devait être constitué d'une façon tout à fait analogue. Les galeries se sont effondrées, laissant saillir à travers la mousse et les herbes des amas de pierres, qui contrastent avec l'aspect net et uni des prairies d'alentour. Au premier abord, on a peine à imaginer qu'il y eût là un débit de plusieurs centaines de mètres cubes par heure ; mais, à la réflexion, tout s'explique. Laissant de côté la question du déboisement [2], car ici les montagnes n'ont été que modérément dépouillées depuis l'époque romaine, et sont incomparablement plus revêtues qu'en Tunisie, on n'a qu'à se rappeler que souvent il n'en faut pas beaucoup pour tarir une source : il suffit, dans certaines occasions, d'un simple mouvement de terrain, naturel ou artificiel, éboulement après un orage, percement d'un tunnel, etc., pour modifier complètement le régime des eaux sur une certaine étendue, fermer des veines et en ouvrir d'autres. La maçonnerie du nymphée de Zaghouan a pu protéger pendant des siècles les galeries tracées au-dessous. Mais supposons ces mêmes galeries sans couverture protectrice, elles auraient probablement assez vite disparu ; toutes les larges ouvertures se seraient bouchées par les amas de matériaux effondrés. C'est ce qui s'est passé au second réseau de captage de Zaghouan, et c'est ce qui a dû se

1. V. ci-dessus, p. 81.

2. Remarquons pourtant qu'il suffit parfois d'une faible étendue de terrain dépouillée de ses bois pour anéantir toutes les sources d'une région ; c'est ainsi que l'assèchement des sources de la Bresle, en Picardie, a suivi en 1840 le défrichement du bois de Formerie-en-Oise ; que le ruisseau d'Anveaux, dans la même région, a perdu un kilomètre de son cours supérieur après le défrichement du bois de Cressy en 1837.

passer à l'Orgeolle. La source importante qui jaillissait à cet endroit, obstruée par les éboulis, s'est réduite à quelques suintements, tandis que la nappe d'eau, s'ouvrant d'autres passages dans la masse rocheuse, s'est divisée vraisemblablement en une multitude de petits filets, prenant issue en différents points de la vallée.

On ne peut donc juger du débit d'autrefois par ce que nous voyons s'écouler aujourd'hui. Cependant, il ne faudrait pas exagérer non plus l'abondance des eaux en ce point à l'époque romaine. Le régime hydraulique, dans cette contrée, n'a jamais dû être assimilable à celui du nord de l'Afrique ou des montagnes de la Sabine, par exemple. Au lieu de vastes géodes creusées dans le massif en de certains points peu nombreux, il faut imaginer plutôt des nappes d'eau assez également réparties, des sources fréquentes, disséminées un peu partout sans grandes différences de débit de l'une à l'autre. Sauf dans le massif du Mont-d'Or, on est, sur le parcours de nos aqueducs, en terrain primitif, compact. Les points comme le creux de Monoison, dans la vallée de l'Orgeolle, comme plus loin le cirque au-dessus de Chevinay[1], où se sont en abondance concentrées les eaux souterraines, sont exceptionnels ; mais le débit n'a jamais dû y être suffisant pour alimenter, sans autres apports, un aqueduc à large section comme celui de La Brévenne.

Prises d'eau accessoires de l'aqueduc de La Brévenne. — Toujours habiles à mettre à profit les conditions naturelles variées des pays où ils s'installaient, les Romains, après avoir su trouver un bon point de départ pour cet aqueduc, complétèrent donc le volume d'eau recueilli à l'origine, par le captage des petites sources et des ruisseaux rencontrés tout le long des flancs sinueux du massif à contourner. Il est dit plus haut[2] qu'on ne pouvait guère distinguer les marques de ces prises d'eau accessoires. Pourtant, au passage de la plupart des petites vallées, le cours de chaque ruisseau, immédiatement en amont du point indiqué par le nivellement pour la traversée de l'aqueduc, présente un élargissement

1. V. ci-dessus, p. 85.
2. P. 83.

qui, étant donnée la répétition du phénomène, ne semble pas être un effet du hasard. Il pouvait y avoir là des barrages sommaires, détournant une partie de l'eau dans de petites galeries libres ou empierrées, dont on se représente le débouché dans l'aqueduc, un peu en aval, par des griffons ou barbacanes. Voici des exemples à l'appui. Une intéressante étude sur l'aqueduc romain de Nîmes, parue en 1845[1], signale sur certains points de son parcours, notamment près de *Bezonce*, des barbacanes de ce genre dans l'épaisseur des piédroits, au passage dans la brèche calcaire riche en nappes d'eau. En Tunisie, dans la région de Kairouan, à l'aqueduc romain de l'oued *Cherichera*, sur tous les cours d'eau *c c* (fig. 62), franchis par la conduite A, se branchent des canaux de dérivation *b b*, qui rejoignent celle-ci à quelque distance en aval, en suivant une pente plus prononcée que la sienne[2]. J'imaginerais pour l'aqueduc de La Brévenne des galeries plus étroites et plus courtes, de simples caniveaux ou des pierrées que le temps et les érosions ont fini par détruire.

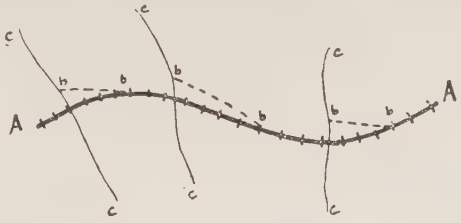


Fig. 62.

Prises d'eau accessoires à l'aqueduc du Mont-d'Or. — A l'aqueduc du Mont-d'Or, nous avons aussi des prises d'eau sur le parcours. Mais ce ne sont pas des cours d'eau déjà formés qui ont été dérivés : c'est une série de sources que des drains sont venus saisir, la conduite aspirant ainsi, en quelque sorte, pour l'usage de la ville, une bonne partie de l'eau sécrétée par le groupe de collines qu'enserrait son tracé sinueux.

La disposition de ces captages est aussi intéressante par elle-même dans ses détails que par le système général qu'elle révèle. Nous avons vu[3] que l'aqueduc partait de la fontaine de

1. Rapport de M. Charles Dombres, ingénieur des ponts et chaussées de l'arrondissement de Nîmes, sur le projet d'utilisation de l'aqueduc romain.

2. Ce renseignement m'a été fourni par l'administration des ponts et chaussées, à Tunis.

3. P. 51.

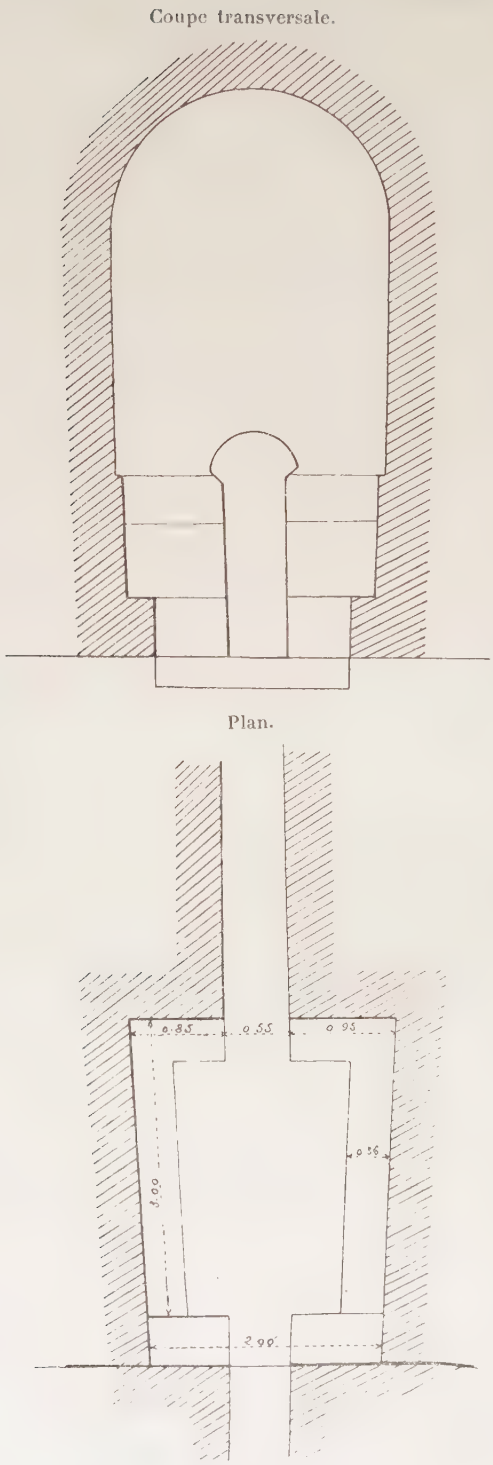


Fig. 63. — Premier réservoir d'Arche.

Toux, à Poleymieu, et que le réservoir de départ recevait les eaux d'une source située à quelques mètres plus haut, mais que le bassin de cette source devait être lui-même relié, par une galerie souterraine qui se prolonge assez loin, à une autre source plus élevée, aux Gambins. Les captages accessoires sont organisés de la même façon. J'ai signalé, dans la description du tracé, les deux petits réservoirs au-dessous desquels passe la ligne de l'aqueduc, au fond du vallon d'Arche, sur la commune de Saint-Romain[1]. Restaurés, il n'y a pas très longtemps, vers le milieu du XIX^e siècle, ils ont conservé leur forme primitive. Le plus élevé (fig. 63) a, en plan, la forme d'un trapèze, de 3 mètres de longueur sur 2^m,85 de largeur moyenne. La hauteur sous clef est de 5^m,35. Mais on a ménagé autour du bassin un rebord de 0^m,36, qui en réduit les dimensions ; ce rebord est élevé de 0^m,80 au-dessus du radier. Une galerie qui amène l'eau à ce réservoir a 1^m,85 sous clef et une

1. V. ci-dessus, p. 55.

largeur de $0^m,55$; son radier est à $0^m,60$ au-dessus du radier du bassin. A un peu moins de 3 mètres plus haut, cette galerie se bifurque et s'enfonce sous la montagne à une profondeur sans doute de 15 ou 20 mètres, jusqu'aux veines liquides qu'elle captait des deux côtés par des conduits de drainage analogues à ceux de la prise d'eau de Zaghouan.

Le deuxième réservoir (fig. 64) est à quelques mètres plus bas. Son plan est rectangulaire : il a $6^m,05$ sur $3^m,60$, avec hauteur sous clef de 5 mètres. Mais le bassin lui-même est fort réduit, par la plate-forme du pourtour et l'escalier qui y conduit, de chaque côté du canal de fuite ; il n'a donc que $2^m,35$ en long et en large. Le radier est à $0^m,40$ en contre-bas de celui du canal de fuite, et à $1^m,70$ de celui du canal d'arrivée. Une vanne commande la sortie. Le conduit d'écoulement a été refait ; il passe sous la chaussée d'un chemin, chaussée élevée sans doute à l'emplacement de l'arche qui soutenait l'aqueduc antique. De celui-ci rien ne subsiste à cet endroit.

Ces deux réservoirs servaient évidemment de témoins pour constater le débit fourni par la source, ou plutôt par les sources, car le second devait avoir aussi une canalisation indépendante, détruite aujourd'hui, lui amenant l'eau d'un autre drainage, sans quoi il eût été inutile. Tous deux sont d'ailleurs trop petits pour qu'on puisse les regarder comme des piscines de décantation.

Divers exemples de prises d'eau analogues. — C'est une chambre tout à fait analogue qui a été restaurée également au-dessus de Couzon ; de même au second vallon d'Arche, sur la commune de Saint-Didier ; et il y en avait certainement d'autres encore dont les traces ont disparu. Ces constatations faites à l'aqueduc lyonnais du Mont-d'Or sur les captages de sources par les Romains au moyen de galeries drainantes ne font d'ailleurs que confirmer tous les exemples observés dans l'Afrique romaine, et que nous trouvons relatés dans l'*Enquête sur les travaux hydrauliques romains en Tunisie*, sous la direction de M. Gauckler [1]. Aussi

1. Fasc. III, 1re série 1899 : Rapport de M. Drappier (Drain souterrain de $0^m,30$ de largeur et 50 mètres de longueur à *Henchir Tarf-Ech-Chena*, ou *Apisa majus* ; de $0^m,40$ de largeur et 100 mètres de longueur à l'*Aïn-Ben-Mizeb*, près d'El-Ksour). — Fasc. V. 1901 : Rapport de M. Gresse, sous-ingénieur des ponts et chaussées à Sousse (Captage près de Sousse, par une galerie drainante de 880 mètres de longueur).

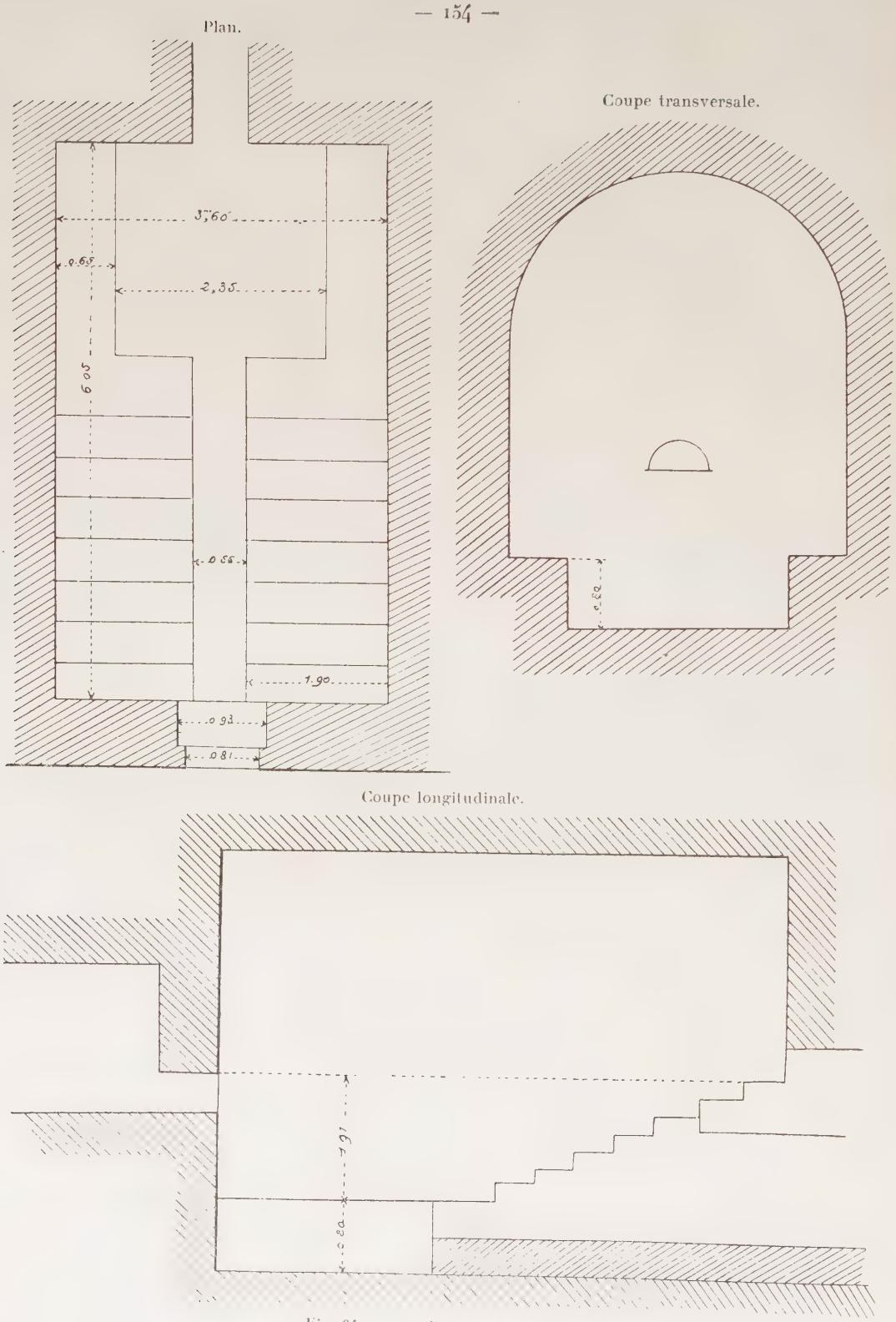


Fig. 64. — 2me réservoir d'Arche.

est-ce avec d'autant plus d'assurance que l'on peut se représenter des chambres et des captages semblables sur les hauteurs des monts d'Iseron et de Pollionnay (Font de L'Orme, Font du Fumoy, etc.). Mais le système était ici plus complexe qu'au Mont-d'Or, où l'on avait pu rencontrer des sources tout près du niveau où passait l'aqueduc ; au contraire, pour le réseau d'Iseron, de Pollionnay et de Vaugneray, on avait dû opérer les captages à des niveaux très différents ; de là le nombre de branches accessoires.

On s'exposerait à de graves erreurs si l'on prenait pour type unique les grands aqueducs de Rome, où une seule source à la tête du canal suffisait à lui fournir son débit. C'est ainsi que ces branches de l'aqueduc de Craponne ont été souvent considérées à tort comme de simples canalisations rurales, tandis qu'il faut sans hésiter y reconnaître les vaisseaux nourriciers d'une artère principale, les uns se reliant séparément à cette artère en différents points, les autres se rassemblant auparavant dans un bassin collecteur. L'aqueduc d'Arles était constitué de la même manière[1]. Ses deux grandes branches, celle d'*Eygalières* et celle des *Baux*, recueillaient par de petits canaux afférents : la première, de nombreuses sources captées successivement le long des pentes boisées qui régnaient entre les anciennes villes de *Glanum* (Saint-Rémy) et d'*Ernaginum*, ainsi que vers la région de Fontvieille ; la seconde, l'eau de quatorze petites sources qui venaient, à la *Font-d'Arcoule*, se déverser dans un bassin commun, et de même plus bas, les eaux supérieures réunies de la vallée d'*Entreconques*. Il n'y a donc rien que de conforme aux usages romains, dans l'existence du bassin collecteur réunissant, au-dessus du hameau de Montferrat[2], les eaux des sources supérieures, soit du côté d'Iseron, soit du côté de Saint-Bonnet et de Pollionnay.

Prises d'eau par barrages de dérivation. — Ainsi, les aqueducs de Lyon nous fournissent des exemples variés et typiques de captages de sources ou de ruisseaux. Voici maintenant, au pied du mont Pilat, une prise d'eau à l'origine par dérivation d'un cours

1. D'après une brochure très documentée : *Les aqueducs antiques d'Arles*, par A. Gautier Descottes, Tours (Paul Bouserez), 1876.

2. V. ci-dessus, p. 66.

d'eau de fort débit [1]. La fig. 17 (hors texte), représente cette dérivation avec le bief d'amenée, à faible pente, et le réservoir où ce bief aboutissait. L'eau s'y reposait avant de s'engager dans la conduite, et le débit pouvait se régler par une vanne, à l'entrée de l'aqueduc. En décrivant les traces de la prise d'eau de l'*Anio vetus*, M. Lanciani [2] cite comme analogue celle du Gier, avec plusieurs autres : celle de l'aqueduc de Bologne, qui dérivait l'eau de la rivière *Setta*, à 300 mètres de son confluent avec le *Reno;* de l'aqueduc de *Vénafre* dérivant le *Volturne* au pied du mont *Capo d'Acqua*, près de l'abbaye de Saint-Vincent ; et de l'aqueduc de *Sétif,* dont le canal maçonné prend naissance à un barrage coupant l'oued *Chelal,* et encore debout sur une longueur de 50 mètres. L'oued *Legouman*, appartenant au bassin du Hodna (près de *Msila*, Algérie), avait quatre barrages, placés à des intervalles de 3.500 mètres ; le plus bas de ces barrages était l'origine d'un bassin de 12.000 mètres cubes, d'où partait un aqueduc de 1.250 mètres de long aboutissant à une citerne et à un château de distribution qui en dépendait. Le système de dérivation de l'oued *Ksob*, non loin de là, est encore plus complet ; l'aqueduc auquel ce système donne naissance traversait cinq piscines d'épuration avant d'arriver aux grandes citernes de *Zabi*.

Les dispositifs de ces divers barrages n'étaient pas cependant tout à fait pareils. Les uns coupaient normalement le courant, et, si la rivière n'était pas encaissée entre des berges rapprochées, s'étendaient sur une assez grande longueur, obligeant ainsi le cours d'eau à former un vaste bassin qui faisait fonction de réservoir. D'autres fois, au contraire, comme à notre aqueduc du Gier, le barrage, construit dans un endroit resserré, faisait l'office d'une simple digue détournant les eaux de la rivière, à la façon des barrages de retenue destinés à créer une force motrice. Quelquefois il y avait une prise d'eau de chaque côté du lit barré de la rivière, et chacune de ces prises d'eau commandait soit un aqueduc à long cours, soit un bief amenant à des citernes voisines. Le mur du barrage était alors à double inclinaison ; l'angle, dirigé

1 V. ci-dessus, p. 97.
2 *Ouv. cité*, p. 105.

de préférence vers l'amont, offrait à son sommet une ou plusieurs ouvertures, munies de vannes, qui servaient à livrer passage à la quantité d'eau laissée à la rivière. Un rapport de M. P. Blanchet, dans la publication de M. Gauckler[1], en donne un exemple assez curieux : c'est le barrage de l'*Henchir Saïd*, un des affluents de l'oued *Oum-Chia* (arrière pays de Sfax). La partie centrale de ce barrage (fig. 65), qui seule subsiste, est composée de deux corps de bâtiments encadrant quatre vannes.

« Les deux constructions extérieures, qui sont en quelque sorte des piliers creux destinés à supporter l'effort des eaux se précipitant vers les vannes, ont une forme allongée et se terminent de

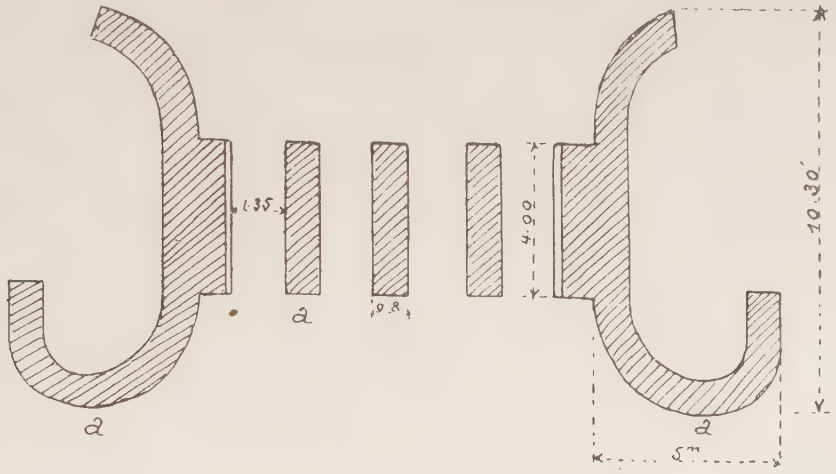


Fig. 65. — Barrage de l'Henchir Saïd (Tunisie).

part et d'autre par une courbe assez régulière. Le mur en est épais (1 mètre); il l'était encore davantage à sa partie inférieure ; à $0^m,60$ du sol en effet, on distingue nettement les traces d'un épaisissement de la muraille. Le travail de ces deux piliers est assez bon ; ils sont appareillés de petites pierres oblongues et cimentés avec soin. Un quart environ de leur ceinture de pierres a disparu; le reste est en très bon état.

« Les vannes sont au nombre de quatre, encadrées de cinq murs d'une conservation remarquable. Les matériaux employés sont

1. *Ouv. cité*, fascicule I, 1re série, p. 25-26.

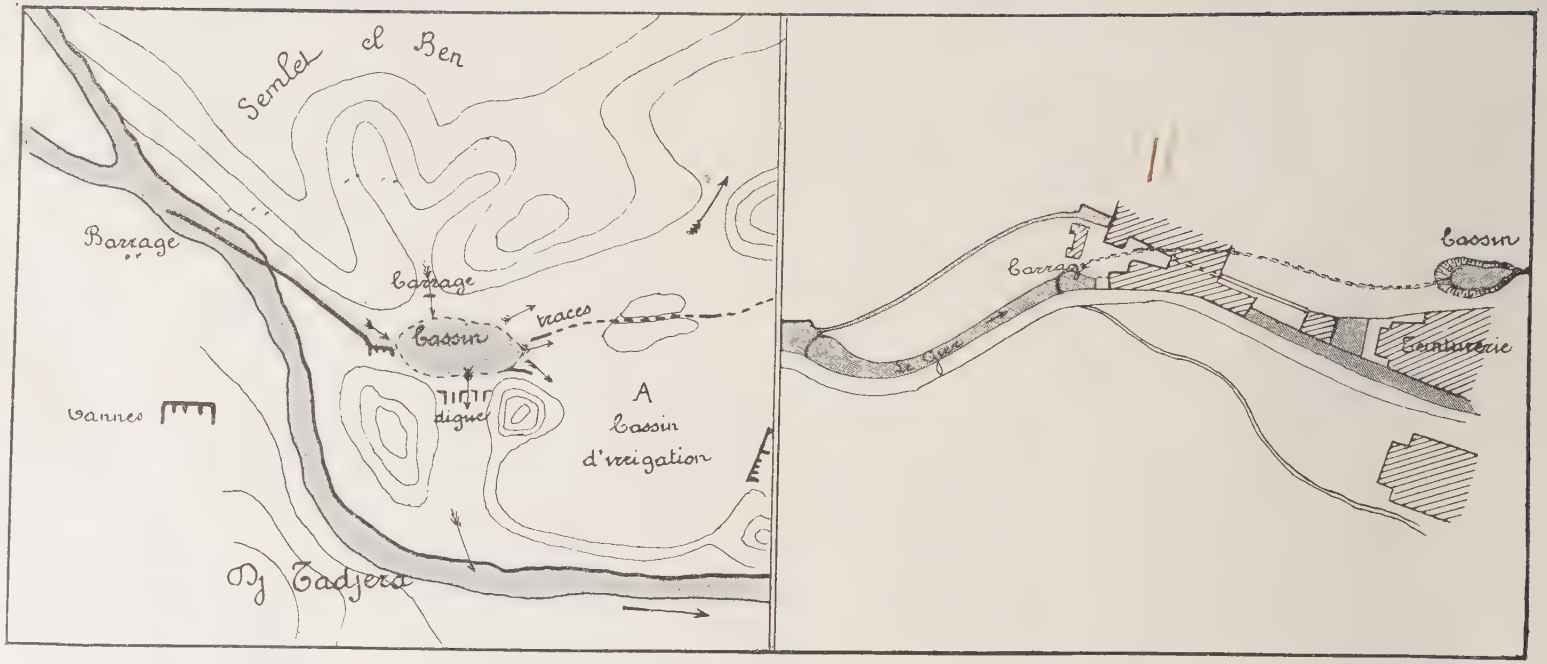
de superbes pierres de taille, dont les arêtes sont encore toutes vives et que l'on dirait mises en place d'hier. Deux petits chemins, de vingt-cinq centimètres de largeur, permettaient au gardien de circuler sur la cime de l'ouvrage. Un système assez compliqué de glissières recevait les portes, qui refusaient ou donnaient libre accès aux eaux de l'oued. »

Les barrages de dérivation romains sont innombrables dans le nord de l'Afrique; il n'est pas d'oued de quelque importance qui n'en présente au moins un[1]. Presque tous servaient à la fois à l'alimentation et aux irrigations. Je me bornerai à reproduire ici, après le dispositif ci-dessus de l'Henchir Saïd, le schéma de la dérivation de l'oued *Hallouf*, d'après le croquis à la main de M. le docteur Carton, dans son *Etude sur les travaux hydrauliques des Romains en Tunisie*, publiée en 1897. La direction du cours d'eau aux abords de la dérivation, la disposition du barrage et du bief d'amenée, l'emplacement du bassin, tout présente une analogie curieuse avec ce qu'on peut se représenter et vérifier à la prise d'eau du Gier (fig. 66).

Irrigations et drainages. — L'identité se borne toutefois au système de dérivation. Car, tout d'abord, le débit du Gier était plus considérable sans aucun doute et plus constant que celui de l'oued Hallouf, et, de plus, le Gier ne servait, au moyen de son barrage, qu'à alimenter l'aqueduc de Lyon, tandis que nous voyons à l'oued Hallouf le bassin, outre l'entrée de l'aqueduc et sa sortie, pourvu d'autres orifices par où une partie de l'eau se déversait dans les champs. Des murailles, ménagées de distance en distance, à des niveaux successifs, formaient une série de bassins, dans chacun desquels l'eau pouvait séjourner quelque temps. Des vannes permettaient de la faire descendre à volonté d'étage en étage. Cette disposition ingénieuse se rencontre très fréquemment dans l'Afrique romaine. Dans la région lyonnaise, nous n'avons rien de semblable, car l'eau y étant bien plus disséminée, et bien plus permanente en toute saison, pouvait entretenir facilement l'humidité nécessaire du sol, grâce à des

1. V. « *Enquête administrative sur les travaux hydrauliques anciens en Algérie* », publiée par les soins de M. S. Gsell, professeur à l'Ecole des Lettres d'Alger, et l'Enquête déjà citée, publiée par M. Gauckler.

Fig. 66.



Barrage de l'oued Hallouf.

Barrage du Gier.

procédés d'irrigation sommaires, sans qu'on eût à recourir aux dérivations des grands cours d'eau, et à des submersions périodiques.

Il est assez étrange que Pline, Vitruve et les auteurs latins des traités d'agriculture aient dit si peu de chose des irrigations. Columelle et Palladius y font allusion incidemment, mais n'en indiquent point les méthodes, et semblent toujours n'avoir en vue que des arrosages partiels, d'une prairie, d'un verger, d'une saulaie [1], non de larges étendues de terrain au moyen d'importants ouvrages d'hydraulique agricole. Il est vrai que tous (sauf Palladius qui n'est qu'un compilateur répétant souvent mot pour mot ce qu'ont dit ses prédécesseurs) sont antérieurs au grand développement de la civilisation dans la province d'Afrique. Mais ces irrigations en grand étaient depuis longtemps pratiquées en Orient, c'est-à-dire en Mésopotamie et en Egypte. Il faut donc reconnaître que tous ces auteurs se sont montrés bien avares de renseignements pour tout ce qui concerne l'hydraulique rurale. Vitruve, qui a consacré un livre entier à la question des eaux, est peut-être le moins excusable de tous. Nous aurons l'occasion de voir combien ce VIII[e] livre, spécialement, présente de lacunes et d'oublis.

Les pâturages constituaient une grande part des terres cultivées en Italie, mais beaucoup de ces prés n'étaient pas arrosés, et l'on préférait, en général, le foin des prés secs à celui qui ne s'obtient que par des irrigations réitérées [2]. Les Romains craignaient beaucoup la surabondance d'eau, même à l'égal de la sécheresse [3]. L'asséchement par le drainage était fort communément pratiqué ; et l'on se rend compte aujourd'hui que ce procédé, qui n'a pris une grande extension chez les modernes que depuis un siècle à peine, était bien plus usité par les Romains qu'il ne le fut plus tard, pendant tout le moyen âge et les siècles qui suivirent jusqu'au XIX[e] [4]. On n'est pas bien sûr qu'ils aient connu le drainage par

1. Columelle, II, 17. — Palladius, III, 17, 25 ; X, 10.

2. Columelle, II, 17.

3. *Ibid.* — « Quippe aquarum abundantia atque penuria graminibus aeque est exitio. »

4. Olivier de Serres (*Traité d'Agriculture*, t. I) donne cependant des conseils pour les drainages en grand. Mais ils furent, en réalité, si peu suivis que le drainage apparut comme une véritable nouveauté quand il fut préconisé, vers 1810, en Angleterre, par Smith.

tuyaux de poterie, malgré la découverte qu'aurait faite le P. Secchi dans la région d'Alatri[1]. Mais ils avaient compris le principe et l'utilité des galeries empierrées qui opèrent comme une succion à travers les terrains où elles passent. Columelle décrit le procédé à employer[2]; il recommande des tranchées de trois pieds de profondeur, remplies jusqu'à moitié de petites pierres ou de gravier pur, soit, à leur défaut, de branchages ou fascines, le tout recouvert par les déblais du fossé, sans doute fortement battus.

C'est pour cela que je crois plausible l'avis que j'ai exprimé plus haut[3], au sujet de ce fossé empierré découvert au voisinage des tourillons de Craponne, sous une épaisse couverture de béton romain. Il y aurait là un procédé convenant à un assèchement en grand et consistant à protéger le drain contre toute destruction naturelle ou volontaire, par l'interposition d'une surface inattaquable entre celui-ci et le sol.

Embouchures des branches accessoires. — Il reste à dire quelques mots du mode de jonction des branches accessoires d'aqueducs avec les troncs principaux. Une supposition semble naturelle, en raison de ce qui se pratique habituellement dans les

1. V. Lanciani, *Ouvr. cité*, p. 189. C'est aussi le P. Secchi, comme nous le verrons plus loin, qui découvrit un autre tuyau de terre cuite, énorme, dans cette même région, et qui l'attribua à un siphon. L'hypothèse du drain est certainement plus vraisemblable que celle du tuyau de siphon.

2. « Si humidus erit (locus) abundantia uliginis ante siccetur fossis. Eorum duo genera cognovimus, caecarum et patentium... Opertae rursus obcaecari debebunt, sulcis in altitudinem tripedaneam depressis : qui cum parte dimidia lapides minutos vel nudam glaream receperint, aequentur superjecta terra, quae fuerat effossa. Vel si nec lapis erit, nec glarea, sarmentis connexus velut funis informabitur in eam crassitudinem, quam solum fossae possit anguste quasi accommodatam coarctatamque capere. Tum per imum contendetur, ut super calcatis cupressinis, vel pineis, aut si eae non erunt, aliis frondibus terra contegatur. In principio atque exitu fossae more ponticulorum binis saxis tantummodo pilarum vice constitutis et singulis superpositis, ut ejusmodi constructio ripam sustineat, ne praecludatur humoris illapsu atque exitu. » (Columelle, II, 2.)

« Si le terrain est humide, on le desséchera d'abord au moyen de fossés qui absorberont cet excès d'humidité. Nous connaissons deux sortes de fossés, fossés garnis et fossés libres... On devra garnir les fossés couverts en creusant des tranchées de trois pieds de profondeur que l'on remplira jusqu'à moitié de petites pierres ou de gravier pur, et qu'on achèvera de combler en rejetant les déblais par-dessus. Si l'on n'a ni pierre ni gravier, on formera, au moyen de sarments liés ensemble, une sorte de câble, dont la grosseur soit telle qu'il puisse s'adapter étroitement et à force au fond de la tranchée. Quand cette fascine sera bien enfoncée dans le fond du canal, on la recouvrira de feuilles de cyprès, de pins, ou d'autres arbres à défaut de ceux-ci ; le tout bien foulé, on rejettera la terre par-dessus. Aux deux extrémités du fossé, comme on le fait pour les ponceaux, on établira deux pierres seulement comme deux piles, sur lesquelles on en placera une troisième, pour que cette construction soutienne les bords et empêche les obstructions provenant de l'écoulement et de la sortie des eaux. »

3. P. [illegible].

travaux modernes, c'est qu'il y ait eu en ces points de jonction un petit bassin, une chambre, un regard, destinés à surveiller la jonction, à exécuter certaines manœuvres de réglage et de décharge, en temps de crues par exemple, pour éviter de créer dans la conduite principale un dangereux excès de débit. Or, on manque de renseignements à cet égard, et l'on a vu beaucoup plus fréquemment des chambres de partage que des chambres de jonction : celles-ci semblent n'avoir été jamais que de simples regards, la rencontre pouvant d'ailleurs s'opérer normalement ou obliquement, de plain-pied ou avec surélévation du radier de l'affluent.

L'architecte Rondelet[1], entre autres dessins accompagnant sa traduction et ses annotations du Commentaire de Frontin, *de Aquis*, a représenté la manière dont il comprenait, d'après le texte de l'auteur latin, la réunion à volonté des eaux de la source *Augusta* à celle des deux sources *Marcia* et *Claudia*, au voisinage de l'origine.

« *Augustae fons*, dit Frontin, *quia Marciam sibi sufficere apparebat, in Claudiam derivatus est, manente nihilominus praesidiario in Marciam ; ut ita demum Claudiam aquam adjuvaret Augusta, si eam ductus Marciae non caperet*[2]. »

A B (fig. 67) représente la conduite de l'eau *Marcia ;* E F le canal de l'*Augusta*, plus élevé que celui de la *Marcia ;* C D, l'ouverture par laquelle l'eau *Augusta* entrait dans le canal de la *Marcia ;* G P, une murette arrivant à la même hauteur que la partie supérieure du canal de la *Marcia*, de manière que, quand l'eau *Augusta* ne montait pas jusqu'en G, elle ne pouvait couler que dans le conduit de la *Marcia ;* G O, l'ouverture qui introduisait l'eau du canal de l'*Augusta* dans une chambre indiquée par R S et ouvrant sur la *Claudia*, de manière que l'eau ne pouvait y couler avant d'avoir surpassé le niveau G P.

D'où, toutes les fois que le conduit de la *Marcia* n'était pas plein, celui de l'*Augusta* pouvait l'augmenter en versant son eau par l'ouverture C D ; mais lorsque ce conduit était rempli, l'eau

1. V. ci-dessus, *Introduction*, p. IX.

2. « Comme la Marcia paraissait suffisamment pourvue, on amena dans l'aqueduc Claudia une dérivation de l'eau Augusta, dont l'échappement du côté de la Marcia fut cependant maintenu, de façon que, si le canal de celle-ci ne la recevait pas, elle coulât dans celui de la Claudia. » (*De Aquis*, 14.)

surabondante d'*Augusta* venant à surpasser le mur G P, elle coulait dans le conduit de la *Claudia* par l'ouverture G O.

Rondelet comprend donc que l'eau *Claudia* ne recevait que le surplus de ce qui pouvait aller à l'eau *Marcia*. Mais alors, pourquoi Frontin donnerait-il comme raison de la dérivation sur *Claudia* la possibilité pour *Marcia* de se passer de ce contingent supplémentaire *(quia Marciam sibi sufficere apparebat)?* Il vaut bien mieux croire à un système de vannes-déversoirs permettant d'envoyer l'eau de la source *Augusta* tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, tantôt des deux côtés à la fois. Il suffit de se représenter l'ouverture G O bouchée, et à sa place, ou plutôt au-dessous, une ouverture G D′ exactement symétrique de C D, puis deux vannes V, V′, manœuvrées par des tiges T, T′. L'emploi des vannes étant, nous l'avons vu bien des fois, usité chez les Romains, c'était ici une bonne occasion de l'appliquer.

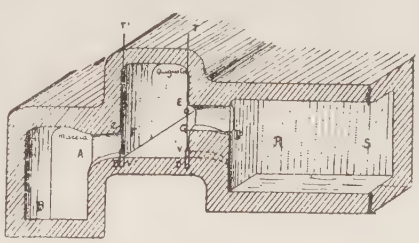


Fig. 67. — Jonction des trois conduites : Marcia, Augusta et Claudia.

Rien n'empêche de penser que les aqueducs antiques, et en particulier ceux de Lyon, aient eu un dispositif analogue, à la jonction d'une branche principale avec une branche afférente, celle-ci jouant le rôle de l'eau *Augusta*, la principale celui de l'eau *Marcia,* et un canal de décharge celui de l'eau *Claudia*. En tous cas, qu'ils fussent ou non placés aux jonctions, ces caniveaux de décharge devaient exister sur plusieurs points du parcours des aqueducs, de préférence au voisinage des ruisseaux que la canalisation traversait, là précisément où la surveillance des ouvrages apparents, ponts, substructions, nécessitait des postes de gardiens. Au moment d'une crue subite ou en cas d'avarie locale, une manœuvre de vanne, faite opportunément sur quelques points, préservait l'aqueduc de tout accident. On ne trouve pas de trace de ces décharges et de ces postes de gardiens, dira-t-on. Mais quelles traces bien apparentes peuvent laisser au bout de quinze ou vingt siècles une cabane de surveillant, un caniveau ouvert dans une conduite, et une simple vanne à l'orifice de ce caniveau ?

§ II. — Nivellements et pentes.

Appareils de nivellement. — « La méthode pour amener l'eau dans les villes et aux habitations, dit Vitruve [1], consiste d'abord dans le nivellement. Il s'opère au moyen des dioptres, des niveaux d'eau, ou du chorobate ; mais il est plus soigné avec ce dernier instrument, car les dioptres et les niveaux font commettre des erreurs [2]. »

On ne peut guère traduire que par « niveau d'eau » l'expression *libra aquaria*. Aussi bien, c'est la traduction littérale ; *balance d'eau* reviendrait au même, et serait moins clair. Quant aux dioptres, il devait y en avoir plusieurs espèces ; le mot a un sens assez large, et signifie *instrument de visée ;* la *groma* [3], par exemple, appareil usuel des arpenteurs romains, était, en somme, une dioptre. La dioptre que le physicien grec Héron d'Alexandrie [4] décrit en détail dans un traité qui nous a été conservé, pouvait servir à toutes sortes d'opérations d'arpentage, et en particulier aux nivellements, pour lesquels on y ajustait un niveau d'eau. Une mire y était jointe, très analogue à nos mires d'arpenteurs, et l'on opérait comme aujourd'hui.

Vitruve décrit ainsi le chorobate, son instrument préféré :

« Le chorobate est formé d'une règle d'environ vingt pieds : elle porte à ses extrémités deux pièces coudées parfaitement égales, qui y sont ajustées à angle droit ; entre la règle et ces crosses, s'étendent des traverses fixées par des tenons, et sur lesquelles sont tracées des lignes perpendiculaires correspondant chacune à un fil à plomb suspendu à la règle. Ces fils, quand la règle est en place, s'appliquant exactement et également sur les lignes tracées, font voir que l'instrument est bien de niveau.

1. VIII, 5.

2. « Cujus ratio est prima perlibratio. Libratur autem dioptris, aut libris aquariis, aut chorobate, sed diligentius efficitur per chorobaten, quod dioptrae libraeque fallunt. » (Vitr VIII, 5). Le texte de l'édition V. Rose, Leipzig, 1899, sera toujours suivi dans les citations de cet auteur.

3. V. notre étude déjà citée : *Essai sur la science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'empire romain.*

4. Περὶ διόπτρας. — Pour le détail de cet appareil et la description de son maniement, ainsi que pour tout ce qui concerne les opérations d'arpentage, on peut consulter l'ouvrage ci-dessus mentionné.

« Pour le cas où le vent interviendrait, s'opposant par l'oscillation des fils à la netteté des indications fournies par les lignes, on peut creuser sur la face supérieure de la règle un canal long de cinq pieds, large d'un doigt et profond d'un doigt et demi, destiné à être rempli d'eau. Si l'eau touche également l'extrémité des bords du canal, on saura que l'instrument est de niveau. Ainsi, quand on aura pris le niveau au moyen du chorobate, on connaîtra la surélévation cherchée [1]. »

Je représente (fig. 68) la façon dont cet appareil a été compris

Fig. 68. — Le chorobate. Restitution de Newton.

et reproduit par Newton. Elle est préférable à la restitution de Perrault (fig. 69). Les traverses entre les pièces coudées et la règle sont deux jambes de force qui assurent la fermeté de l'assemblage à angle droit, et garantissent du fléchissement la pièce supérieure.

Fig. 69. — Le chorobate. Restitution de Perrault.

Vitruve ne donne pas le nombre de fils à plomb, mais il suffit qu'il y en eût quatre, vis-à-vis l'un de l'autre de chaque côté, pour le

1. « Chorobates autem est regula longa circiter pedum viginti. Ea habet ancones in capitibus extremis aequali modo perfectos, inque regulae capitibus ad normam coagmentatos, et inter regulam et ancones a cardinibus compacta tranversaria quae habent lineas ad perpendiculum recte descriptas, pendentiaque ex regula perpendicula in singulis partibus singula. quae cum regula est conlocata eaque tangent aeque ac pariter lineas descriptionis, indicant libratam conlocationem. Sin autem ventus interpellaverit et motionibus linae non potuerint certam significationem facere, tunc habeat in superiore parte canalem longum pedes v, latum digitum, altum sesquidigitum. eoque aqua infundatur et si aequaliter aqua canalis summa labra tanget, scietur esse libratum. Item eo chorobate cum perlibratum ita fuerit, scietur quantum habuerit fastigii. » (Vitr., VIII, 5.)

contrôle de la justesse de l'appareil. Il indique la longueur du canal, mais il est évident que, pour des nivellements précis, ce canal pouvait être plus long. La justesse et la précision dépendaient du degré de perfection réalisé dans l'agencement des différentes parties et la solidité des assemblages. Faute de renseignements à ce sujet, nous ne pouvons contrôler le bien-fondé de la préférence de Vitruve pour cet appareil. Toutefois, on peut la croire due, pour une part, à ce qu'elle dispensait des visées, nécessaires à l'usage de la dioptre, qui comportait une mire. Pour déterminer avec le chorobate la différence de niveau entre deux points choisis, on mesurait dans l'intervalle chaque dénivellation donnée par un déplacement d'une longueur de l'appareil, ce qui se pratiquait sans doute en glissant sous une des crosses des cales d'épaisseurs différentes, bien étalonnées, jusqu'à ce que l'instrument fût remis de niveau ; la somme de ces épaisseurs donnait un chiffre inscrit chaque fois. A la fin, une somme algébrique fixait la différence de niveau entre les deux points choisis.

Opérations du nivellement pour le tracé des aqueducs. — Evidemment ces instruments lents et lourds rendaient par eux-mêmes longues et compliquées les opérations du tracé d'un aqueduc. De plus, outre l'avantage de nos appareils de précision, de ces niveaux à bulle d'air rigoureusement équilibrés, de ces lunettes permettant des visées impeccables, nous avons sur les anciens le privilège d'être guidés dans nos études préliminaires par l'examen des cartes déjà dressées pour chaque pays avec l'indication des cotes d'altitude principales et parfois avec le tracé des courbes de niveau. En quelques minutes, nous pouvons ébaucher un avant-projet. De longs tâtonnements étaient nécessaires à l'ingénieur romain.

Voici comment il procédait. La situation des sources, ou la disposition du lit et des rives du cours d'eau à capter lui indiquait le point de départ propice. Le point d'arrivée lui était désigné par les nécessités de la distribution, par le relief du sol aux environs, et par un premier nivellement sommaire, probablement à la dioptre, entre la ville et la source. Puis il fixait provisoirement quelques points principaux de passage, en déterminant de la même façon leurs altitudes relatives ; il examinait notamment

s'il y avait lieu d'établir des siphons, quels en seraient les emplacements favorables. Un second nivellement destiné à donner les pentes convenables entre chacun des points déjà choisis, le conduisait à abaisser celui-ci, à relever celui-là, c'est-à-dire à les remplacer par d'autres points voisins, un peu plus bas ou un peu plus haut. Ce nivellement suivait tous les contours, et le tracé était enfin jalonné sur toute sa longueur. Comme le fait très justement remarquer M. de Gasparin pour l'aqueduc du Gier, les points marquants apparaissent si bien choisis en ce qui concerne et la convenance topographique et le nivellement, que le plus habile de nos ingénieurs n'y trouverait à faire que des changements parfaitement insignifiants. N'exagérons donc pas notre supériorité dans l'art du nivellement, à cause de la supériorité de nos appareils. Tant vaut l'ouvrier, tant vaut la machine. Il fallait pour le maniement de ces instruments antiques un tour de main très délicat ; le *librator* romain ne pouvait l'acquérir aussi vite que le géomètre-arpenteur moderne obtient le doigté de ses menus mécanismes, mais, cette habileté une fois acquise, l'instrument donnait une précision très comparable à celle que nous atteignons. Voyons par les textes et par les faits de quel degré elle était susceptible.

Pentes usuelles chez les Romains. — Vitruve[1] s'exprime en ces termes : « *Si canalibus* (*fiet aquae deductio*) *structura fiat quam solidissima solumque rivi libramenta habeat fastigata ne minus in centenos pedes sicilico*[2]. » Les manuscrits portent *semipede* au lieu de *sicilico*, mais on a pensé avec raison que, si capable d'erreur que fût Vitruve, il n'aurait pas commis celle-ci, consistant à donner pour minimum la pente exagérée de 1/2 pour 100, soit de 5 millimètres par mètre. On a donc fait une correction, en se référant au texte de Pline, qui, le plus souvent, reproduit les indications de Vitruve et qui porte : « *Libramentum aquae in centenos pedes sicilici minimum erit.* » Le sicilicus étant égal à 1/48 de l'unité, la pente minima, suivant cette règle, sera de 0,0208 pour 100, soit un peu plus de 2/10 de millimètre par

1. VIII, 6.

2. « Si l'on conduit l'eau par canaux, la construction devra être d'une extrême solidité, et l'on fera couler l'eau sur un lit dont la pente sera d'un sicilique au moins sur une longueur de cent pieds. »

mètre (0m,0002), ou de 20 centimètres par kilomètre[1]. C'est une pente au-dessous de laquelle on ne descend que rarement, même de nos jours. Ainsi, l'aqueduc encore en construction qui doit amener à la ville de Saint-Etienne les eaux du *Lignon* (Haute-Loire), ouvrage considérable, aménagé d'après les derniers progrès de l'art hydraulique, offre une pente uniforme de 0m,50 par kilomètre. L'aqueduc de l'*Avre*, alimentant Paris depuis 1893, comprend deux sections, dont l'une a 0m,40 de pente régulière par kilomètre, l'autre 0m,30. La pente du canal de la *Dhuis*, qui n'est que de 0m,10, et celle de l'aqueduc de la *Vanne*, qui varie de 0m,10 à 0m,13, sont des pentes exceptionnellement réduites, et témoignent d'un véritable tour de force de la part de Belgrand, qui les a établies.

Cet ingénieur évidemment connaissait les difficultés qu'il y a, même avec les instruments modernes, à maintenir les pentes très petites sans s'exposer à créer des contre-pentes, de nature à compromettre le fonctionnement de toute la conduite. Il a pensé que les Romains, par précaution, se refusaient à descendre au-dessous de 0m,50 par kilomètre. Voici son raisonnement.

« Les contre-pentes étant inadmissibles dans un aqueduc, il fallut nécessairement tenir compte de l'imperfection de l'instrument et les Romains avaient trouvé un moyen simple d'y remédier; ils adoptaient pour leurs aqueducs des pentes très fortes, qui rendaient négligeable la petite erreur que le niveleur (*librator*) devait nécessairement commettre à chaque déplacement de l'instrument.

1. C'est pour les conduites en poterie, mais libres, c'est-à-dire où l'eau ne coule pas à pleine section, que Pline donne cette règle : « *Ceterum a fonte duci fictilibus tubis utilissimum est crassitudine binum digitorum commissuris pyxidatis, ita ut superior intret, calce viva ex oleo laevigatis. Libramentum aquae in centenos pedes sicilici minimum erit; si cuniculo veniet, in binos actus lumina esse debebunt.* » Puisqu'il ne donne pas d'indication spéciale de pente pour le *cuniculus*, c'est-à-dire pour le canal maçonné, c'est donc que la règle donnée plus haut lui convient aussi.

V. Rose justifie la correction de *semipede* par *sicilico*, en invoquant la probabilité d'une confusion qui s'est faite à la copie entre les signes S (semis) et Σ qu'aurait porté le texte original. Mais Σ est le signe de la *sextula*, et non du *sicilicus ;* elle est égale aux 2/3 de celui-ci. Ce serait indiquer une pente *minima* encore plus faible. Il convient de s'en tenir à la correction *sicilico*, généralement admise.

Quant à la règle donnée par Palladius (*De re rustica*, IX, 11), il faut évidemment la rejeter, qu'elle soit le fait de l'ignorance de l'auteur ou d'une erreur de copiste : « *Si per planum aqua veniet inter centenos et sexagenos pedes, sensim structura reclinetur in sesquipedem.* » — « Si l'aqueduc traverse un terrain plat, on lui donnera une pente graduelle d'un pied et demi sur cent-soixante pieds de longueur. » Ce serait fixer un minimum de 0m.937 pour 100, soit 9m,37 pour kil., ce qui est manifestement beaucoup trop fort.

« La plus petite pente adoptée par eux que je connaisse est celle de l'aqueduc de Sens, entre les sources de Saint-Philbert et de Noé, qui est en moyenne de $0^m,50$ par kilomètre. Cette pente était évidemment regardée par l'ingénieur comme un minimum, car pour faire entrer la source de Saint-Philbert dans l'aqueduc, il en a relevé le niveau [1], au risque de la perdre [2]. »

Cet exemple particulier ne permet pas, croyons-nous, de conclure à une loi. En admettant que l'ingénieur qui a construit l'aqueduc de Sens n'ait pas osé établir une pente kilométrique de $0^m,19$ seulement, qui eût suffi, comme le dit plus loin Belgrand [3], pour relier le radier de l'aqueduc à Noé au plan d'eau naturel de la source de Saint-Philbert, il ne s'ensuit pas que tous les ingénieurs romains aient été aussi timides. Et si ce dernier parcours, à $0^m,50$ de pente moyenne, offre lui-même, comme le fait remarquer l'auteur, des irrégularités extraordinaires, — l'inclinaison variant de $0^m,01$ à $2^m,47$, — cela ne prouve rien contre la précision des instruments ou contre l'habileté des opérateurs, en raison même de l'énormité de l'écart. En effet, la pente de $2^m,47$ est unique et continue sur 550 mètres, de même celle de $0^m,01$ sur 820 mètres, le parcours étant de 4.000 mètres. Partout ailleurs on s'est tenu entre 0,10 et 0,50, avec une moyenne de $0^m,33$. Les deux pentes extrêmes, $2^m,47$ et $0^m,01$, ont donc été très probablement voulues, pour des raisons que d'ailleurs nous ne pouvons connaître [4].

Frontin ne dit pas quelle était la pente aux neuf aqueducs de Rome qu'il décrit. Mais on peut, d'après quelques mots, comprendre que cette pente, au moins pour les plus récents, avait été établie avec beaucoup de soin. Les premiers avaient été construits, dit-il « *nondum ad subtile explorata arte librandi* » [5], « avant que l'art de niveler fût devenu minutieux ». Cela indique bien l'habileté qu'il reconnaissait aux niveleurs de son temps. En fait, ces pentes, notamment pour les plus récents des neuf aqueducs,

1. V. ci-dessus, p. 143.
2. V. Belgrand, *ouvr. cité*, p. 65.
3. *Ibid.*, p. 212.
4. Quant à la contre-pente, elle peut avoir le résultat de la recherche d'une pente très faible, mais elle peut aussi n'avoir pas existé quand l'aqueduc était en bon état, si on ne l'a constatée que sur 48 mètres. Il a pu y avoir, au cours de tant de siècles, un mouvement de terrain qui a produit une inclinaison dans le sens opposé à la pente primitive.
5. *De Aquis*, 18.

étaient assez fortes, mais régulières, sinon pour la totalité du parcours, du moins dans chacun des intervalles successifs d'un certain nombre de points principaux, ce qui est conforme à la méthode décrite ci-dessus pour la détermination des tracés. Le colonel Blumensthil, constructeur de l'aqueduc moderne de la Marcia Pia, constata qu'entre Arsoli et Tivoli l'aqueduc antique Marcia effectuait précisément les chutes auxquelles il avait soumis le sien, et que dans chaque intervalle entre ces chutes il présentait aussi les mêmes pentes, dont la moyenne était de $0^m,7296$ par kilomètre[1]. Le nivellement ancien avait donc été tout à fait rationnel et fort bien conduit.

L'aqueduc Claudia, entre *Roma Vecchia* et le château d'eau de la vigne *Belardi*, points distants de 7.750 mètres, présente une différence de niveau de $11^m,30$, ce qui correspond à une pente de $1^m,45$ par kilomètre[2].

Pentes aux divers aqueducs de Lyon. — Le profil en long de l'aqueduc du Gier, établi par les agents des ponts et chaussées vers 1855 sous la direction de M. de Gasparin, est d'une grande exactitude, si j'en juge par les vérifications que j'en ai faites moi-même en plusieurs endroits. Aussi l'ai-je reproduit tel quel (Pl. V, à la fin du volume). La pente moyenne entre La Martinière et le siphon de Saint-Genis-Terrenoire est par mètre de $0^m,00097$, soit moins d'un mètre par kilomètre ; cette moyenne est fournie par trois pentes partielles : $0^m,0016$, $0^m,00067$ et $0^m,000865$. Entre le siphon de Saint-Genis et celui de Soucieu, la moyenne est $0^m,00111$; les pentes partielles, au nombre de 33 dans cet intervalle, varient entre $0^m,000343$ et $0^m,006598$ maximum et exceptionnel. Les deux dernières travées, Soucieu-Beaunant et Beaunant-Lyon, ont pour moyenne $0^m,00052$ et $0^m,000794$.

La différence d'altitude entre le point de départ de l'aqueduc à La Martinière (cote 405,25) et le point d'arrivée à Fourvière (cote 292) est de $113^m,25$. Mais le réservoir de fuite de Saint-

1. V. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 76.

2 *Ibid.*, p. 145. Cette pente est considérable. Elle concorde d'ailleurs approximativement avec le chiffre que Rondelet avait trouvé pour Marcia, $1^m,543$ par kil., depuis les piscines situées vers le septième milliaire jusqu'aux portes de Rome. Cet ingénieur avait poussé ses nivellements jusqu'aux sources. Mais n'ayant pas tenu compte des chutes, il avait trouvé des chiffres manifestement trop forts.

Irénée est à la cote 300,39[1]. C'est la différence 405,25 — 300,39, soit 104^{m},86 qu'il faut prendre pour avoir la pente moyenne de l'aqueduc. Le parcours étant de 75 kilomètres, cette pente serait de 1^{m},38 par kilomètre, soit 0^{m},00138 par mètre. Mais il faut tenir compte des siphons, qui occasionnent quatre dénivellations presque subites, ce qui ramène la pente moyenne à 0^{m},0011 environ (un peu plus d'un mètre par kilomètre).

J'ai déterminé par des mesures approximatives le profil en long des deux aqueducs du Mont-d'Or et de La Brévenne (Pl. III et IV, à la fin du volume).

L'aqueduc du Mont-d'Or, de la fontaine de Toux (cote 350) à La Sauvegarde (cote 270), présente une dénivellation de 80 mètres (Pl. III) sur un parcours de 22 kil.,250. La pente moyenne est donc de 3^{m},59 par kilomètre, soit 0^{m},00359 par mètre. Elle est notablement plus forte (moyenne 0,006) entre l'origine et Collonges, qu'entre Collonges et Lyon (moyenne 0,00175).

L'aqueduc de La Brévenne (Pl. IV) présentant, comme on l'a vu, plusieurs chutes rapides d'altitude, on ne saurait donner un chiffre exprimant la pente moyenne. On ne peut qu'indiquer la pente minima, qui s'observe entre Lafont et Le Vernay (haut de Chevinay) et qui s'évalue à 0^{m},0007 par mètre.

Quant à l'aqueduc de Craponne, tout son parcours, ou à peu près, jusqu'au siphon, est constitué par une descente en gradins, dont on ne peut déterminer la pente, soit moyenne, soit maxima ou minima. Autant de branches, d'ailleurs, autant de pentes diverses.

Pentes moyennes à d'autres aqueducs antiques. Maximum variable suivant divers éléments. — Voici quelques exemples de pentes moyennes observées à des aqueducs antiques, en France, autres que ceux de Lyon :

Aqueduc de Vienne	1^{m},16 par kil.	0,0016 par m.
— d'Arcueil	1^{m},00 —	0,0010 —
— d'Evreux	0^{m},834 —	0,0008 —
— de Rodez	0^{m},50 —	0,0005 —
— d'Antibes	0^{m},41 —	0,0004 —
— de Nîmes	0^{m},342 —	0,0003 —
— — (minimum)	0^{m},071 —	0,00007 —

1. V. ci-dessus, p. 134.

Ces derniers exemples démontrent assez que la pente moyenne de $0^m,50$ par kilomètre n'était nullement un minimum, et que parfois même on descendait au-dessous de la limite du sicilique pour cent pieds, indiquée par Pline et Vitruve ($0^m,20$ par kilomètre).

L'inconvénient des faibles pentes et par conséquent des faibles vitesses, est d'accumuler les dépôts. Aussi n'est-il pas étonnant qu'on ait adopté pour les aqueducs de Rome de fortes pentes, car toutes leurs eaux, surtout celles de l'Anio, étaient fortement incrustantes. D'autre part, à donner une trop grande vitesse à l'eau dans un aqueduc, on risque de dégrader les parois de l'ouvrage.

Pour savoir la vitesse maxima qui pouvait exister dans les aqueducs de Rome, nous n'avons qu'à prendre le chiffre maximum indiqué pour la pente : c'est celui que donne Rondelet pour la *Marcia* au voisinage des sources, soit deux mètres environ par kilomètre, la section étant de $1^m,70$ pour une hauteur sous clef de $2^m,50$, et l'eau, d'après le niveau des incrustations, s'élevant, en temps ordinaire, à $0^m,60$ au-dessus du radier. Nous pouvons appliquer la formule de Bazin, où la vitesse est évaluée en fonction du périmètre mouillé, de la section et de la pente :

$$U = C\sqrt{RI}$$

U est la vitesse, R le rayon moyen[1], I la pente par mètre, C un coefficient que les tables évaluent, pour des parois très unies, et pour un rayon moyen de $0^m,38$ (fourni par les données ci-dessus) à 80.

$$U = 80 \times \sqrt{0,38 \times 0,002}$$

$$= 80 \times \sqrt{0,00076}$$

$$= 2^m,30 \text{ par seconde.}$$

Or, on ne dépasse guère aujourd'hui une vitesse de $1^m,20$ à $1^m,30$. Remarquons toutefois, d'abord que les revêtements intérieurs des canaux étaient, chez les Romains, extrêmement

1. Le rayon moyen s'obtient en divisant la section qui limite la hauteur de l'eau, par le périmètre mouillé : $R = \frac{\omega}{\chi}$.

soignés et solides ; en second lieu, que la pente de deux mètres par kilomètre, pour une semblable section, a été un maximum et que ce chiffre provient même très probablement d'une erreur de Rondelet ; enfin, que si l'on a été souvent obligé de restaurer et même de refaire ces aqueducs, c'est sans doute surtout aux endroits où la pente et la vitesse étaient exagérées. En réduisant la section, on réduit aussi le rayon moyen et le coefficient C de la formule de Bazin, ce qui permet, pour une même vitesse, d'augmenter beaucoup la pente. Nous n'avons donc pas à nous étonner si, aux aqueducs de Lyon, beaucoup plus étroits que ceux de Rome, on a pu sans inconvénient admettre parfois des pentes encore plus rapides, allant jusqu'à 0,006 par mètre.

Dénivellations par chutes. — Quand ils estimaient la pente excessive, les ingénieurs romains n'hésitaient pas à créer des chutes, plus ou moins rapprochées, plus ou moins considérables, suivant qu'il fallait obtenir une dénivellation plus ou moins grande. C'est d'ailleurs le procédé universellement pratiqué par les hydrauliciens modernes, dans les cas assez fréquents où il s'agit d'amener par un canal de l'eau d'un certain niveau à un autre beaucoup plus bas pour peu d'espace à parcourir. Après chaque chute, l'eau reprend une vitesse modérée, dépendant de la faible pente qu'on peut désormais établir jusqu'à la chute suivante. On peut citer, comme exemple typique d'une très forte dénivellation obtenue ainsi sans forcer la vitesse, l'aqueduc du Furens, qui, pour amener les eaux à Saint-Etienne, descend de plus de 500 mètres sur une distance de 17 à 18 kilomètres seulement.

« L'aqueduc des sources prend naissance au-dessous du Bessat, à la hauteur 1.190 mètres, et aboutit au Rey, à l'altitude 625. Il a un parcours normal de 17.385^{m},75 et présente dans son ensemble une série de biefs à faible pente, rachetée par des plans inclinés de 0^{m},12 à 0^{m},30 par mètre, et mesurant une hauteur totale de chute de 6 à 33 mètres. Cette disposition a permis d'éviter les vitesses excessives qui auraient été atteintes si l'on avait adopté la pente continue de la rivière... La pente dans les biefs varie de 0^{m},01 à 0^{m},005 entre l'origine et le ruisseau des Creuses (l'aqueduc étant, au début, de très petite

section). Elle n'est plus que de $0^m,003$ entre ce dernier point et le bassin du Rey [1]. »

D'après cela, nous n'avons pas à trouver étrange la dénivellation de l'aqueduc de Craponne, dont la branche principale, du bassin au-dessus de *Montferrat* jusqu'au plateau de l'*Arabie*, descend de 140 mètres environ pour un parcours voisin de 4 kilomètres, c'est-à-dire, proportionnellement, comme cet aqueduc moderne, et au moyen de gradins analogues. A plus forte raison, les chutes de l'aqueduc de La Brévenne entre le haut de Chevinay et Lentilly sont-elles tout à fait normales.

Nous pouvons au surplus comparer ces chutes à celles de l'eau Marcia, qui date de l'an 608, c'est-à-dire de plus d'un siècle avant la fondation de Lyon. Partant de l'altitude de 317 mètres, elle se trouvait à son arrivée dans Rome à $37^m,48$ plus haut que le niveau du Tibre, soit à 50 ou 55 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui donne une dénivellation de plus de 250 mètres pour un parcours de 91 kilomètres.

La pente eût été trop forte [2]; on ménagea donc un certain nombre de chutes, soit entre les sources et Tibur qui est à l'altitude 205, soit entre Tibur et la plaine de *Roma Vecchia*. J'ai signalé plus haut [3] les constatations du colonel Blumensthil, qui, sans le savoir d'avance, avait disposé ses chutes pour la Marcia moderne presque exactement comme l'ingénieur romain. Ces chutes sont assez nombreuses, et chacune d'elles ne fournit qu'une dénivellation de quelques mètres [4].

Elles ont pu s'obtenir, là comme ailleurs, soit par des plans inclinés, comme à Saint-Etienne, soit par un système usité aussi quelquefois de nos jours, consistant à interrompre le parcours de la conduite par des puits munis de regards (fig. 70). Il est vrai qu'on n'a pas jusqu'ici constaté de ces puits de

1. Notice de M. A. de Montgolfier (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1875).

2. Elle aurait atteint $2^m,75$ par kilomètre. Nous voilà donc éclairés sur un point : avec ces dimensions de canaux, $2^m,75$ de pente était une limite que l'on n'atteignait pas. La vitesse, en admettant qu'on s'arrêtât à un maximum de 2 mètres de pente par kilomètre, serait, d'après le calcul, de $1^m,82$ par seconde.

3. P. 170.

4. Entre les sources et la piscine *di Quintiliolo*, près de Tivoli, l'ensemble des chutes modernes fournit une dénivellation totale de $111^m,68$, pour une différence de niveau entre les deux points de $131^m,23$, la pente de l'aqueduc comprise. Il est dit plus haut que cette pente moyenne est, comme celle de l'aqueduc antique dans cette région, de $0^m,73$ environ par kilomètre.

chute aux aqueducs antiques, tandis qu'il y a des exemples du système des plans inclinés, séparant les sections sensiblement en palier. Une descente de ce genre, formant un véritable escalier à marches régulières se voit à Carthage, le long des grandes citernes de *Bordj-Djedid*. L'aqueduc qui les côtoie ainsi sur le flanc de la colline au bas de laquelle elles sont creusées, a ses plans de chute inclinés à $0^{m},40$ ou $0^{m},50$ de pente par mètre; chacun d'eux n'a que quelques mètres de long, les paliers aussi. Ce canal en gradins devait être le dernier prolongement du grand aqueduc parti de Zaghouan, qui, après avoir alimenté les citernes de la ville haute, venait se terminer à ces citernes basses, au bord de la mer. Tels devaient être, mais avec une amplitude bien plus étendue, les gradins à la chute de Chevinay, et à celles qui suivent. Quant à la descente de l'aqueduc de Craponne, nous sommes fixés, puisqu'un des plans inclinés rapides, sans doute le plus important, se constate entre le bassin supposé, au-dessus de Montferrat, et le *Recrêt*. Il pouvait d'ailleurs être interrompu par un certain nombre de courts paliers. En tous cas, comme nous l'avons vu[1], la pente au Recrêt, sous une maison d'habitation, est toute voisine de l'horizontale; c'est donc que ce point est entre deux gradins inclinés.

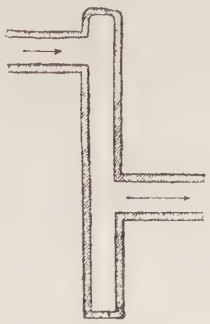


Fig. 70.

Conclusions. — De l'examen de cette question des pentes aux aqueducs de Lyon et à quelques autres aqueducs antiques, il résulte que les Romains, dans leurs projets d'adduction d'eau, se préoccupaient avant tout de chercher les meilleurs points de prise, et n'attachaient pas une importance démesurée à la régularité de la pente, pourvu qu'on pût se maintenir en deçà d'une limite raisonnable de vitesse, soit au-dessous de 2 mètres par seconde, sauf exception. On créait des chutes si cette limite devait être dépassée. Les instruments de nivellement, quoi qu'on en ait dit, permettaient d'établir avec sûreté des pentes très faibles. Les faits le démontrent, et la limite inférieure (du sicilique) indiquée par

1. V. ci-dessus, p. 67.

Pline et Vitruve en était déjà une preuve. Tout en cherchant à arriver dans la ville à la plus grande altitude possible, on s'attachait, dans le choix préalable des points principaux de passage, à mettre à profit les facilités offertes par la configuration générale des pays, et les variations de pente, d'un intervalle à l'autre, se pliaient, dans les conditions susdites, au choix de ces points[1]. Enfin, pour éviter certains contours démesurés, on se décidait parfois à couper court par un siphon. Tout était bien combiné avec sagacité et méthode.

§ III. — **Siphons.**

Définition. Les siphons des aqueducs de Lyon. — Il a déjà été si souvent question des siphons à propos du tracé des divers aqueducs qu'il peut paraître superflu de dire en quoi ils consistent. Je rappellerai cependant qu'un siphon d'aqueduc, dans l'acception toute spéciale qu'on donne au mot en ce cas particulier, n'est pas autre chose qu'une conduite sous pression permettant de franchir avec économie d'espace et même de dépense, les vallées dont la profondeur ou la largeur nécessiterait pour la conduite libre, soit des arcades démesurées, soit d'interminables détours : une ligne tubulaire à double pente, descendant le long d'une colline pour remonter le long de la colline en face, après avoir franchi le thalweg, soit souterrainement, soit, le plus souvent, sur un pont. C'est donc, à proprement parler, comme on voit, un *siphon renversé*, c'est-à-dire que le coude est en bas au lieu d'être en haut. L'eau remonte dans la branche ascendante en vertu du simple principe des vases communicants. Si elle était en repos,

1. Ainsi s'explique fort bien la pente augmentée tout d'un coup à l'aqueduc du Gier, après Bellevue, en passant dans la plaine de Taluyers (voir Pl. V, le profil en long de cet aqueduc). La pente passe brusquement de moins de $0^m,50$ par kilomètre à plus de 2 et 3 mètres. C'est que la plaine de Taluyers était précisément une de ces positions topographiques très importantes, dont il fallait profiter en adoptant leur pente naturelle sous peine d'augmenter outre mesure le développement et le coût du canal. Il en était de même (à l'inverse, c'est-à-dire en réduisant la pente) des plateaux de Saint-Martin et de Saint-Maurice, en amont. « Pour profiter de ces dispositions naturelles, dit Gasparin, il fallait soutenir le niveau de l'aqueduc entre Saint-Genis-Terrenoire et Bellevue, puis précipiter les pentes entre Bellevue et Orliénas. C'est justement ce qui a été fait, et on rendrait un jugement superficiel et téméraire si on accusait d'impéritie les ingénieurs romains de ce que les pentes de l'aqueduc présentent de grandes inégalités entre la première et la seconde partie de cette section du tracé. »

on la trouverait de chaque côté au même niveau. Etant en mouvement, il faut qu'elle ait une vitesse en rapport avec celle qui existe dans l'aqueduc libre ; de plus, en vertu de cette vitesse même et de l'étendue de la surface mouillée, le frottement sur les parois du tuyau détermine une *perte de charge*. De l'ensemble de ces causes il résulte que l'eau, après le passage de la vallée, ne peut arriver qu'à un niveau un peu plus bas que celui d'où elle est partie.

Actuellement, ces conduites se font en fonte ou en tôle d'acier et atteignent des diamètres énormes, de $0^m,70$ à $0^m,80$. On peut les rendre capables de résister à des pressions de 15 à 20 atmosphères, ou 150 à 200 mètres de hauteur d'eau. Ainsi, le siphon du grand aqueduc de Naples supporte jusqu'à 170 mètres [1].

Les Romains n'avaient à leur disposition que les tuyaux en poterie (*tubuli*), ou en plomb (*fistulae*). Comment imaginer qu'avec ces matières ils aient pu façonner des conduits assez résistants pour soutenir des pressions comparables à celles que subissent les nôtres? Ils y arrivaient en remplaçant la conduite unique par une série de tuyaux dont l'épaisseur avait à être d'autant moindre que le diamètre intérieur était plus petit. Nous aurons à déterminer l'épaisseur qu'il fut nécessaire de donner aux tubes des grands siphons de Lyon.

Chacun de nos quatre aqueducs, comme l'a indiqué le tracé, comporte au moins un passage par siphon. Il y en avait deux au Mont-d'Or, celui de Cotte-Chally (c'est à peu près certain), et celui d'Ecully ; deux successifs à Craponne, du Tupinier aux tourillons, et des tourillons à Lyon, un à La Brévenne (à Grange-Blanche) et quatre à l'aqueduc du Gier : Saint-Genis, Soucieu, Beaunant et Saint-Irénée : en tout neuf.

Pour qu'on les eût ainsi multipliés, il fallait bien que ce fût à peu près exigé par la configuration du pays autour de Lyon. Mais il fallait aussi que de semblables ouvrages fussent d'une pratique suffisamment répandue. Il serait bien étrange que la ville de Lyon en eût gardé à ce point la spécialité. Pourtant, il faut avouer que l'exemple des aqueducs de Lyon est de beaucoup le plus caracté-

1. Le nouvel aqueduc du Lignon pour la ville de Saint-Etienne comportera huit siphons, dont le principal a une plongée de 134 mètres.

ristique parmi tous les aqueducs de l'antiquité, tant par le nombre que par l'importance de ces ouvrages et les vestiges qui restent de plusieurs d'entre eux. Seuls ils permettent de dire quelque chose de précis sur le fonctionnement de ce genre d'appareils chez les anciens, et à une époque bien déterminée, aux alentours de l'an 100 de l'ère chrétienne, c'est-à-dire au temps même de Frontin ou un peu plus tard.

Usage très ancien du siphon. — Il est incontestable que les canalisations sous pression ont existé de temps immémorial, d'abord en pierre ou en poterie, plus tard en plomb. En Grèce, des distributions urbaines fonctionnaient bien longtemps avant que Rome eût son premier aqueduc. Quand Frontin, quand Vitruve composèrent leurs ouvrages, la ville était toute sillonnée de conduites souterraines en plomb, qui portaient dans les différents quartiers de la ville, dans les palais comme dans les domiciles privés, l'eau sous pression issue des châteaux d'eau. Le principe du siphon, dérivé de celui de l'équilibre des liquides, était donc partout en action. Etant si bien appliqué au terme des adductions d'eau, il était sans aucun doute utilisé aussi sur le parcours de plusieurs aqueducs. L'antique siphon de Patara, ou celui d'Alatri en sont d'ailleurs la preuve suffisante. Et pourtant Frontin ne fait aucune allusion aux siphons, et Vitruve en parle d'une façon si peu nette qu'on croirait vraiment, si l'on ne se guidait que sur ces deux auteurs pour connaître l'hydraulique romaine, à l'extrême rareté du système.

Que Frontin n'en parle pas, c'est tout naturel, puisqu'il ne nous entretient que des aqueducs de Rome, qui ne comportaient pas de siphons. Mais on attendrait de Vitruve de tout autres renseignements que ceux qu'il donne. Quand on regarde les restes des siphons de Lyon, et qu'on réfléchit à toutes les connaissances que ces ouvrages supposent, quand on lit ensuite le texte de Vitruve sur les siphons, on est un peu étonné de ce que l'œuvre de cet auteur passe encore pour une somme complète du savoir technique chez les Romains.

Le texte de Vitruve sur les siphons. Discussion. — Examinons ce texte de près. La connaissance des siphons de Lyon nous

aidera sans doute à mettre un peu de clarté dans des passages restés fort obscurs.

Après avoir distingué (VIII, 6) trois genres d'adductions : par cours d'eau dans des canaux en maçonnerie (*rivis per canales structiles*); par tuyaux de plomb (*fistulis plumbeis*), et par tuyaux en poterie (*tubulis fictilibus*), — l'auteur parle des conditions d'établissement du premier système, en y intercalant la description du mode de distribution à l'issue du château d'eau terminus. Il passe ensuite aux conduites sous pression :

« Sin autem fistulis plumbeis ducetur, primum castellum ad caput struatur, deinde ad copiam aquae lumen fistularum constituatur, eaeque fistulae e castello conlocentur ad castellum quod erit in moenibus. Fistulae ne minus longae pedum denum fundantur. Quae si centenariae erunt, pondus habeant in singulas pondo MCC, si octogenariae pondo DCCCCLX, si quinquagenariae pondo DC, quadragenariae pondo CCCCLXXX, tricenariae pondo CCCLX, vicenariae pondo CCXL, quinum denum pondo CLXXX, denum pondo CXX, octonum pondo C, quinariae pondo LX. E latitudine autem lamnarum, quot digitos habuerint, antequam in rotundationem flectantur, magnitudinem ita nomina concipiunt fistulae. Namque quae lamna fuerit digitorum quinquaginta, cum fistula perficietur ex ea lamna, vocabitur quinquagenaria similiterque reliquae. Ea autem ductio quae per fistulas plumbeas est futura hanc habebit expeditionem. Quod si caput habeat libramenta ad moenia, montesque medii non fuerint altiores ut possint interpellare sed intervalla, necesse est substruere ad libramenta quemadmodum in rivis et canalibus. Sin autem non longa erit circumitio, circumductionibus, sin autem valles erunt perpetuae, in declinato loco cursus dirigentur. Cum venerit ad imum, non alte substruitur, ut sit libramentum quam longissimum. Hoc autem erit venter, quod Graeci appellant κοιλίαν. Deinde cum venerit adversus clivum, ex longo spatio ventris leniter tumescit ut exprimatur in altitudinem summi clivi. Quodsi non venter in vallibus factus fuerit nec substructum ad libram factum sed geniculus erit, erumpet et dissolvet fistularum commissuras. Etiam in ventre colliviaria sunt facienda, per quae vis spiritus relaxetur. Ita per fistulas plumbeas aquam qui ducent, his rationibus bellissime poterunt efficere, quod et decursus et circum-

ductiones et ventres et expressus hac ratione possunt fieri, cum habebunt a capitibus ad moenia fastigii libramenta. Item inter actus ducenos non est inutile castella conlocari, ut si quando vitium aliqui locus fecerit, non totum omneque opus contundatur et in quibus locis sit factum facilius inveniatur, sed ea castella neque in decursu neque in ventris planitia neque in expressionibus neque omnino in vallibus, sed in perpetua aequalitate. »

Voici la traduction de ce passage. Je me suis efforcé de suivre le texte mot à mot :

« Si l'on conduit l'eau par des tuyaux de plomb, on construira d'abord une chambre à l'origine, puis on établira la section des tuyaux selon la quantité d'eau qui doit y passer, et ces tuyaux seront posés depuis cette chambre initiale jusqu'à celle qui sera dans les murs de la ville. Les tuyaux seront fondus de la longueur de dix pieds au moins. Chaque tuyau, si c'est un tuyau de cent, pèsera 1 200 livres; un tuyau de quatre-vingts, 960 livres; de cinquante, 600 livres; de quarante, 480 livres; de trente, 360 livres; de vingt, 240; de quinze, 180; de dix, 120; de huit, 100; de cinq, 60. C'est de la longueur des lames, suivant le nombre de doigts qu'elles ont avant d'être repliées en cylindres, que les tuyaux prennent ces dénominations chiffrées : une lame de cinquante doigts, quand elle sera façonnée en tuyau, s'appellera tuyau de cinquante, et ainsi des autres.

« Or, cette conduite d'eau par tuyaux de plomb sera établie suivant la méthode que voici. Si de la source à la ville règne une pente insensible et s'il n'y a pas de montagnes trop hautes de nature à l'interrompre, mais des ondulations seulement, il faudra élever des substructions jusqu'au niveau de la conduite, comme on le fait pour les biefs et les canaux. Autrement, si le contour n'est pas trop long, on fera un circuit; si la vallée se prolonge beaucoup, on fera descendre la conduite sur la déclivité. Arrivée au fond, on la soutiendra par une substruction peu élevée, de manière à prolonger le plus possible le passage de niveau. C'est là le *ventre*, ou ce que les Grecs appellent κοιλία. La conduite ayant alors atteint la colline opposée, l'eau, grâce à la longueur du

ventre, adoucit son mouvement d'afflux[1] pour remonter et parvenir jusqu'au sommet du plan incliné. Si l'on ne ménage pas ce ventre au fond de la vallée, si au lieu d'être maintenue de niveau par une substruction, la conduite fait un coude brusque, elle éclatera en brisant les joints des tuyaux. Il faudra établir aussi au ventre des appareils de décharge, à l'effet de relâcher la force d'aspiration.

« Ainsi, ceux qui se serviront des tuyaux de plomb pour conduire les eaux arriveront à un excellent résultat par ces moyens, car les plongées, les contours, les ventres et les retours au niveau pourront être établis toutes les fois qu'il existera une différence de niveau convenable de la source aux murs de la ville.

« Il ne sera point inutile aussi d'installer des chambres tous les deux cents actes, de façon que si, à un endroit, la conduite éprouve une avarie, on ne soit pas obligé d'effondrer tout l'ouvrage sur toute la longueur, et qu'on puisse trouver plus facilement en quels points cette avarie s'est produite ; toutefois, il faut que ces chambres ne soient ni dans la plongée, ni dans la partie horizontale du ventre, ni dans les trajets ascendants, ni, somme toute, dans les vallées, mais dans les parties en palier continu. »

Observons tout d'abord qu'il s'agit, dans l'ensemble, non pas d'un canal interrompu à un moment donné par un trajet en conduite forcée, comme c'est le cas de nos aqueducs à siphons, mais d'une série continue de tuyaux de plomb depuis l'origine jusqu'à la ville. Ces tuyaux sont-ils en pression, c'est-à-dire y a-t-il partout écoulement à pleine section ? Oui, sans nul doute, car, sinon, pourquoi cette tubulure évidemment bien plus coûteuse et plus délicate qu'un canal ? L'auteur envisage le cas d'une faible pente de la source à la ville, *ad libramentum*, c'est-à-dire que sa conduite est établie avec la déclivité insensible des canalisations libres. De cette façon, il peut, en effet, laisser sur tout le parcours une épaisseur constante à ses tuyaux, la charge, dans ces conditions, étant sensiblement compensée par

1. « *Leniter tumescit* ». Il n'y a pas à donner ici à *tumescit* une signification de *bouillonnement* ou de *remous*. *Tumescere* se dit du gonflement des vagues ; or, le mouvement ascensionnel de l'eau dans le tuyau rappelle le flot montant d'une vague. Ce mouvement s'exécutera « *leniter* », non pas *plus lentement*, ce qui serait un contresens, mais *sans choc*.

la perte de charge. Sans cela, jamais la faible épaisseur $0^m,0063$ [1] de ses tuyaux ne pourrait, surtout aux plus gros, résister à une pression quelque peu considérable. Et, à vrai dire, l'uniformité d'épaisseur quel que soit le diamètre est assez surprenante. Ces six millimètres, bons pour les tuyaux de petit ou de moyen diamètre, sont bien faibles pour les gros. Qu'il vienne à se produire un arrêt brusque, un coup de bélier, le tuyau de cent, ou centenaire, dont le diamètre est de $0^m,579$ [2], ne soutiendrait même pas une pression de deux à trois atmosphères [3].

En tout cas, jamais des tubes pareils ne pourraient fonctionner, dès qu'il s'agirait d'exécuter la descente dans la vallée, c'est-à-dire la traversée par siphon [4]. Or, Vitruve ne dit rien, et c'est une grave omission, de la substitution nécessaire d'un tuyau d'épaisseur plus forte aux tuyaux ordinaires, pour cette traversée ; rien non plus du remplacement d'un seul tuyau par plusieurs autres de moindre diamètre, dans le cas d'un débit important et d'une vallée profonde.

Le passage compris entre le début « *Ea autem ductio* » et la fin de phrase « *cursus dirigentur* » s'entend suffisamment. Une variante que portent certaines éditions « *ut possint interpellare, sic intervalla necesse est...*, etc. », ne change pas le sens d'une manière appréciable. L'auteur, de toute manière, parle d'un

1. C'est le chiffre qui résulte des données de l'auteur et de la densité du plomb, 11,35. Il est facile de voir aussi d'après ces mêmes données que, la longueur étant constante, et le poids augmentant proportionnellement à la largeur des lames, l'épaisseur est nécessairement constante.

2. La circonférence moyenne est en effet de 100 doigts à ce tuyau $= 1^m,847$; et le diamètre intérieur $= \frac{1.847}{\pi}$, diminué de l'épaisseur $0^m,006 = 0^m,585 - 0,006 = 0^m,579$.

3. En effet, prenons l'équation de résistance des tuyaux :

$$2\,R\,\varepsilon = 1000\,D\,H$$

R étant le coefficient de résistance du plomb à la rupture, $1^k.35$ par millimètre carré, ε étant l'épaisseur, D le diamètre, et H la pression de rupture que nous cherchons. On en tire :

$$H = \frac{2\,R\,\varepsilon}{1000\,D}$$

$$= \frac{1.350,000 \times 2 \times 0.006}{579}$$

$$= 28^m,15\ ;\ \text{soit moins de 3 atmosphères.}$$

4. Remarquons que le mot de siphon, dans le sens où nous l'entendons ici, c'est-à-dire pour désigner l'ensemble de ce système de passage d'une vallée, n'a pas d'équivalent en latin : car le mot *venter* n'en indique qu'une partie, et *sipho* ne s'entend que du siphon proprement dit.

terrain simplement accidenté, avec quelques dépressions, par opposition aux régions montagneuses creusées de profondes vallées.

Aux mots « *Cum venerit ad imum* » commence le passage délicat, qu'aucune traduction ne me semble avoir bien rendu, de celles que je connais du moins.

La traduction de Perrault, — et Belgrand le fait justement remarquer, — offre une série de contre-sens. Elle est même, par endroits, inintelligible. La voici :

« Mais si les vallées sont fort longues, on y conduira les tuyaux en descendant selon la pente du coteau, *sans les soutenir par de la maçonnerie; et alors il arrivera qu'ils iront fort loin dans le fond de la vallée selon son niveau*, qui est ce qu'on appelle ventre, dit *koilia* par les Grecs. Par ce moyen, lorsque les tuyaux seront parvenus au coteau opposé, ils contraindront l'eau *qu'ils resserrent* de remonter assez doucement à cause de la longueur de ce ventre ; car s'ils n'avaient été conduits par ce long espace qui est à niveau le long de la vallée, ils feraient, en remontant tout court, un coude qui forcerait l'eau à faire un effort capable de rompre toutes les jointures des tuyaux. »

Perrault aggrave encore son erreur par la note suivante :

« Cela n'est point vrai ; car l'eau, pour remonter tout court, n'en est point plus forcée, et plus la conduite est longue dans la vallée, et plus il y a de danger que les jointures ne se rompent, parce qu'il y a davantage de jointures. »

Les traductions de *Maufras*, dans la collection Panckoucke, de *Tardieu et Coussin fils* (Paris, 1859) et d'autres, ne valent guère mieux que celle de Perrault.

Belgrand[1] oppose aux contre-sens de Perrault une traduction, qui est en certains endroits plutôt un commentaire qu'une traduction proprement dite. Elle est inspirée par une idée très nette, — cela va de soi de la part du grand ingénieur, — mais elle pèche par de graves défauts d'exactitude :

« Si l'obstacle ne forme pas un trop long circuit, il faut le contourner ; mais si la vallée est continue, on fera descendre la

1. Belgrand, *ouvr. cité*, p. 80.

conduite sur la déclivité, et, lorsqu'elle arrivera au fond, on la supportera par de basses substructions, pour prolonger la pente en forme de ventre (venter, κοιλία des Grecs) ; ce ventre, en raison de sa grande longueur, se relevant en pente douce en arrivant au coteau opposé, forcera l'eau à s'élever au sommet de ce coteau. Si la conduite n'était pas disposée en courbe à grand rayon *(venter)*, au fond de la vallée, si elle y formait un coude *(geniculus)*, l'eau romprait et détruirait les joints des tuyaux. » (fig. 71 [1].)

Fig. 71. — Profil d'un siphon d'aqueduc romain suivant Belgrand.

Cette traduction est préparée et confirmée par les raisonnements suivants :

« La note de Perrault prouve qu'il ne comprenait pas... l'effet des coudes sur les conduites forcées. Il faut éviter les *geniculus*, ce que nous appelons *coude* en français, à moins qu'il ne soit possible de les butter solidement par des massifs de maçonnerie ; tous les ingénieurs le savent aujourd'hui. Prenons, en effet, une partie de conduite H E G, ayant en E un coude *(geniculus)* (fig. 72). Ce coude est soumis à la pression de deux colonnes d'eau à peu près égales à la flèche du siphon, et agissant en sens contraire, suivant les lignes *a b*, *c b ;* la résultante *b d* de ces deux forces tend à déboîter le coude E ; c'est ce qu'on appelle

1. (Note de Belgrand). « Dans cette figure, les basses substructions *m n o*, *m' n' o'* effacent les angles E et F de la figure de Perrault (fig. 73), et la courbe à grand rayon (*venter*) E G F, remplace la ligne brisée H E G F L de la même figure ; cette interprétation des mots *non alte substruitur* étant admise, le reste du texte de Vitruve devient très clair. La partie G F L de ma figure fait comprendre le *leniter tumescit* et le reste du texte latin que les traductions de Perrault et de MM. Tardieu et Coussin fils rendent absolument inintelligible. »

Avant de critiquer en détail cette interprétation, faisons observer en passant que *leniter tumescit*, traduit par *pente douce*, constitue une grave erreur.

la poussée au vide. Les tuyaux romains, pour peu que leur diamètre et la flèche du siphon fussent grands, n'y pouvaient pas résister, parce que leur forme et le système de joints étaient

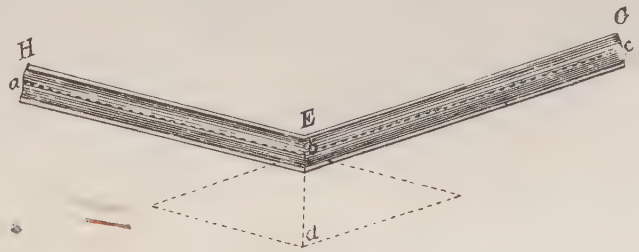


Fig. 72.

défectueux. C'est pour cela que les ingénieurs romains remplaçaient l'angle E par une courbure à grand rayon (venter). »

« Vitruve, continue Belgrand, connaissait mieux la pratique de l'hydraulique que ses savants traducteurs et commentateurs ; pour qu'il y ait déboîtement dans les coudes, il n'est nullement

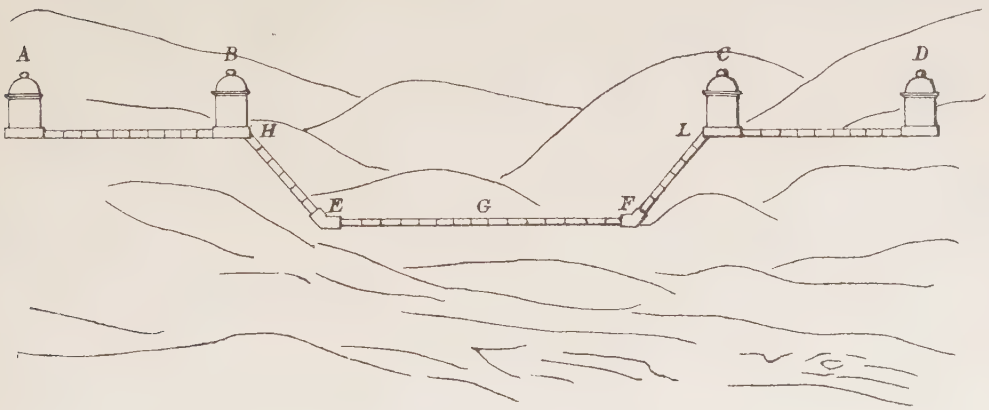


Fig. 73. — Profil suivant Perrault.

nécessaire que la conduite soit flexueuse et qu'elle se replie sur elle-même à angle aigu ; avec des angles parfaitement ouverts, des 1/8 et même des 1/16 de cercle, il y a, dans les coudes des siphons de l'aqueduc de la Dhuis, des poussées au vide de 20, 30 et même 40.000 kilos, et aucune conduite de plomb, assemblée à emboîtement par les procédés des Romains, n'y aurait résisté.

« Au contraire, nos petits tuyaux de plomb, étirés par les

procédés modernes et solidement assemblés par des nœuds de soudure, peuvent être coudés de toutes les manières et se prêtent à toutes les exigences des distributions les plus compliquées. Nos tuyaux de fonte s'assemblent, dans les coudes, par des 1/4, 1/8, 1/16 de cercle, à très court rayon. Quand la convexité s'appuie sur un sol solide, les déboîtements ne sont pas à craindre. Prenons, par exemple, 1/8 de cercle de 1 mètre de diamètre intérieur, raccordant, par des joints à *emboîtement et cordon*, les deux branches d'un siphon. Le déboîtement serait facile par la poussée au vide, si le coude n'était pas convenablement buté. Mais, supposons que la convexité du coude s'appuie sur le sol et que la surface de contact soit de 2 mètres carrés, ou de 20.000 centimètres carrés; il est évident que ce coude résistera à une poussée au vide de 40.000 kilos, pour peu que le sol soit résistant, s'il peut supporter, par exemple, une pression de 2 kilos par centimètre carré. Les gros tuyaux en plomb des Romains, en raison du peu de rigidité de ce métal, ne pouvaient résister à de telles pressions. »

Voici en quoi cette interprétation du texte et ce raisonnement sont attaquables :

1° Il y a d'abord le fait, qui prime tout. Les ponts-siphons des aqueducs de Lyon, au Garon et à Beaunant, sont assez bien conservés pour qu'on reconnaisse que leur tablier était horizontal et non en forme de *ventre* concave.

2° Mais, pour ne s'occuper que du texte de Vitruve, il y a un mot dans les lignes qui suivent le passage traduit par Belgrand, mot qu'il n'a pas vu, sans doute, *planitia*, « *neque in ventris planitia* », *ni dans la partie horizontale du ventre.* Il ne s'agit donc pas d'une courbe à grand rayon, mais d'une ligne horizontale se raccordant avec deux courbures aux extrémités.

3° *Non alte substruitur* s'oppose simplement à *substruere ad libramenta*, qui se lit un peu plus haut. Vitruve a bien voulu désigner par *substruere*, la construction d'un pont, d'arcades, dans les deux cas ; mais le *non alte* veut dire que dans le second cas ce pont ne s'élève qu'à une faible hauteur au-dessus du fond de la vallée, comparativement aux arcades surhaussées qu'il faudrait pour soutenir la conduite au niveau normal. La faible

élévation de ce pont n'empêche pas de le faire aussi long que possible. C'est le sens de *ut sit libramentum quam longissimum*, que Belgrand néglige de traduire. Il est bien vrai que la poussée au vide existe toujours quand il y a un coude, mais il est bien certain que la résultante des deux forces représentant l'intensité de cette poussée est d'autant plus grande que l'angle est plus aigu, le coude, le *geniculus* plus prononcé. Les tuyaux de plomb, en quittant le tablier du pont pouvaient bien être disposés de manière à ce que le raccord de la partie horizontale avec la partie inclinée formât une courbure assez allongée et non un angle, et que cette courbure même fût butée par la maçonnerie.

4° Si les tuyaux de plomb usités par les Romains pour leurs siphons avaient eu les dimensions des tuyaux de fonte de la Dhuis, il est bien certain que leurs joints à emboîtements n'y auraient pas résisté. Mais nous savons qu'un tuyau unique de fort diamètre y était remplacé par plusieurs tubes de petite section; et au surplus les nœuds de soudure des tuyaux romains étaient mieux faits et plus solides que Belgrand ne l'affirme, un peu trop gratuitement.

Reprenons le texte à la suite :

« *Etiam in ventre colliviaria (ou colluviaria) sunt facienda, per quae vis spiritus relaxetur.* »

Ce passage a été fort discuté, d'abord à cause du terme *colliviaria*, que n'ont pas toutes les éditions. Il se trouve dans l'édition de Joconde (Venise, 1511), la plus ancienne dont l'auteur soit nommé. Valentin Rose l'adopte en la donnant pour la leçon du manuscrit princeps. Ce mot, qu'on ne rencontre pas ailleurs que dans ce passage de Vitruve, est dérivé trop directement du mot *colluvies* (courant d'égout), pour qu'on puisse hésiter sur son sens. Il ne peut désigner que des tuyaux de vidange, déchargeant à volonté par une manœuvre de robinets les eaux de la conduite dans le thalweg; non pas tant, en l'espèce, pour entraîner des boues, des impuretés, que d'abord, cela va de soi, pour vider le siphon en cas de visite ou de réparation à faire, et, dit Vitruve, «*ut vis spiritus relaxetur*». Je propose pour *vis spiritus* la traduction littérale « force d'aspiration [1] ». La colonne d'eau

1. *Spiritus* signifie à la fois souffle et aspiration. *Aspiratio* ne correspond pas au sens usuel du français *aspiration*, mais signifie au contraire *émission d'air*.

est, en effet, comme aspirée dans le tube-siphon et de cette force d'aspiration dépendent tous les afflux d'air et tous les coups de bélier. Supposons qu'on ouvre un ou plusieurs de ces tuyaux de vidange placés sur la conduite au bas du siphon, la force d'aspiration se relâchera, c'est évident ; plus on en ouvrira, plus elle tombera, l'eau remontant péniblement jusqu'en haut. Or, pour éviter les coups de bélier, particulièrement au moment du remplissage [1], on conçoit qu'il fût bon de laisser quelques-uns de ces robinets ouverts, ou même tous d'abord, pour les refermer avec précaution successivement, jusqu'à la mise en charge complète [2].

Certains manuscrits portent, au lieu de *colliviaria*, le mot *columnaria*. C'est la leçon qu'ont suivie Philander et Perrault. D'autres éditions, entre autres celle de Laët (Amsterdam 1649), ont *columbaria* [3]. On a traduit ces deux mots par le même terme « ventouses », qui, indépendamment de la valeur respective des deux leçons, n'est pas par lui-même très exact. Les ventouses proprement dites, c'est-à-dire les appareils pour faire échapper l'air, se mettent de préférence aux points hauts, parce que c'est là que l'air vient s'accumuler et fait obstacle au mouvement de l'eau en occasionnant des coups de bélier. Dans les parties basses il ne séjourne pas, puisqu'il a toujours tendance à monter, et ainsi il ne gêne pas le mouvement de l'eau. Ce que l'on met aux points bas, outre les robinets de vidange, ce ne sont donc pas à proprement parler des ventouses, mais des régulateurs de pression comme ces tubes piézométriques dont je parlerai tout à l'heure, ou comme les cloches à air, surmontant de courtes tubulures

1. Et aussi au moment où l'on fermait les vannes de départ et d'arrivée aux réservoirs de têtes pour opérer la vidange.

2. Les siphons qu'on installe aujourd'hui ont une conduite spéciale pour le remplissage ; elle part du réservoir de chasse et va rejoindre le bas du siphon, qui se remplit lentement, régulièrement, et sans aucun risque de coups de bélier.

Vitruve recommande lui-même, un peu plus loin, de ne faire le remplissage que doucement et par petites quantités d'eau, afin d'éviter la poussée violente qui autrement se produirait contre les parois, vers les coudes. « *Namque vehemens spiritus in aquae ductione solet nasci... nisi primum leniter et parce a capite aqua immittatur.* » *Spiritus* a bien ici le sens de poussée ou d'aspiration violente que j'ai donné plus haut ; si l'on faisait arriver l'eau tout d'un coup, la colonne liquide en arrivant en bas, aspirée violemment vers l'aval en vertu de la charge, donnerait des coups de bélier formidables contre les coudes.

3. Le sens propre du mot désigne les *boulins* où les pigeons font leurs nids ; il faut convenir que cela n'a guère de rapport avec l'ouverture d'un tuyau, sauf par le sens général de cavité. En tous cas, le sens demeure très vague. C'est une leçon à rejeter.

verticales plantées sur la conduite : l'air fait matelas, en cas de brusque poussée de la colonne liquide, par exemple au moment de la fermeture des robinets d'arrêt, et le coup de bélier est évité.

Pour tirer de *columnaria* un sens convenable, il faut donc le traduire par *colonnes*, c'est-à-dire tubes verticaux s'élevant en colonnes. Mais c'est donner au mot un sens bien éloigné de celui qu'il comporte ailleurs [1].

Delorme [2] traduit aussi *columbaria* par « ventouses » et donne l'explication que voici :

« Pour prévenir les accidents que l'air condensé occasionne dans les tuyaux par des efforts plus puissants même que ceux de l'eau, l'on fait des ventouses pour en ôter l'air. C'est ordinairement un petit tuyau adapté sur celui de conduite, au bas d'une pente, que l'on élève plus haut que le réservoir d'où vient l'eau, en le dressant contre une tour, par lequel l'air se dégage de l'eau. Un seul tuyau montant de ventouse peut servir également à plusieurs tuyaux de conduite, en lui réunissant toutes les ventouses particulières de chacun. Je n'ai découvert aucun vestige de tours pour élever le tuyau de ventouse, et je suis persuadé qu'ils n'en avaient construit aucune. Mais pour produire le même effet, ils y avaient apparemment suppléé en couchant la ventouse sur le massif, en la faisant remonter jusqu'au réservoir de chasse.

« Dans mes courses d'aqueducs, je vis à Saint-Chaumond (*sic*) M. Flachat, associé de cette Académie à qui je crus expliquer l'usage que les Romains faisaient des siphons dans les profonds vallons ; mais je trouvai un maître qui m'apprit lui-même ce qu'il avait vu à Constantinople, que je rapporte pour compléter cette partie.

« L'aqueduc de marbre, ouvrage des Romains, qui fournit l'eau à cette capitale de l'empire ottoman, est porté sur trois ponts surmontés au travers d'un vallon, que M. Flachat eut la hardiesse de parcourir d'un bout à l'autre sur sa voûte, où il en vit les entrées percées et fermées par des portes de fer en trappe, comme

1. Il a, dans Cicéron, le sens d' « impôt sur les colonnes », et ailleurs celui de « carrières pour le marbre des colonnes ». D'une façon générale, c'est donc un objet concernant les colonnes, mais non les colonnes elles-mêmes.

2. *Ouvr. cité*, p. 52.

celles que j'ai rapportées. Dans un autre vallon plus profond, le passage de l'eau se fait par des siphons, que le hasard lui fit voir parce qu'on les réparait. Ils sont cordés avec des bandelettes de chanvre, comme les bâtons de tabac [1], et chaperonnés par un cours de tuiles creuses sur chacun. Le vuide est rempli de tuileaux concassés et pulvérisés, dont les siphons aussi étaient couverts, ayant au-dessus une couche de chaux vive, et sur le tout deux ou trois pieds de terre qu'on laboure. Dans le bas est une ventouse appuyée contre une tour qui s'élève plus haut que l'aqueduc; ce qui fait voir l'ancienneté et la nécessité des ventouses. »

Ces cheminées, ces tubes piézométriques, sont usités de nos jours encore, non aux siphons d'aqueducs, mais sur certaines conduites; elles fonctionnent comme ventouses aux renflements qui forment des points hauts; et aux points bas, moins suivant le rôle que leur fait jouer Delorme que comme simples régulateurs de pression [2] pour parer aux arrêts brusques. La question serait de savoir si ces cheminées de Constantinople sont romaines; de plus, si, usités chez les Romains, de semblables tubes étaient appliqués aux siphons de Lyon (non verticalement, comme Delorme le comprend bien [3], mais contre la pente de la colline); enfin, si c'est bien cela que Vitruve a voulu désigner dans ce passage. Evidemment non, si l'on s'en tient au mot *colliviaria*, le plus authentique, le plus simple, et qu'il faut, à mon avis, adopter. Le dispositif que ce mot représente est aussi le plus simple et le plus utile; il est usité à tous les siphons modernes, et je le suppose aussi de préférence aux aqueducs de Lyon, s'ils ont comporté dans le bas un appareil quelconque.

Voici enfin la dernière difficulté de ce même passage, cité et traduit plus haut: « *Inter actus ducenos non est inutile castella conlocari*, etc. »

Il faut évidemment entendre par *castella* des chambres, plus ou moins grandes, depuis le simple *regard* jusqu'aux réservoirs

1. Entendez les *cigares*.

2. C'est ainsi qu'à plusieurs usines électriques du département de l'Isère on en a placé en bas de la chute, immédiatement avant les turbines. Les arrêts, les variations de vitesse de celles-ci, n'ont de cette manière aucun contre-coup nuisible sur la conduite d'amenée.

3. On n'imagine pas en effet un tube vertical de plus de 100 mètres de haut.

comme ceux de Chagnon ou de Soucieu, interrompant la conduite et permettant, s'il existe une fuite, s'il y a eu rupture ou une autre avarie quelconque, de voir sur quelle fraction de parcours elle s'est produite. Mais c'est la distance séparant ces chambres, d'après le texte, qui est inadmissible : deux cents actes, sept kilomètres ! [1] Y a-t-il jamais eu d'abord une ligne de tuyaux de plomb assez longue pour permettre d'installer plusieurs *castella* à de semblables intervalles ? M. Lanciani [2] n'hésite pas à qualifier ce chiffre d' « erreur évidente ». Il est peu vraisemblable que ce soit Vitruve qui l'ait commise. Si c'est l'erreur d'un copiste, je proposerais la correction *vicenos* au lieu de *ducenos*, 20 actes au lieu de 200. La distance de 700 mètres serait, en effet, très rationnelle.

Parmi ces *castella* doivent être compris les réservoirs-têtes des siphons. Vitruve recommande de n'en pas placer sur le parcours de ceux-ci (*neque in decursu neque in ventris planitia, neque in expressionibus, neque omnino in vallibus*) : c'est évident, car on perdrait la charge. Mais cela prouve bien qu'il ne s'agit pas simplement de chambres donnant accès à des robinets et vannes, mais bien de petits bassins abrités, interrompant la conduite. Ailleurs, il n'y a aucun inconvénient à les installer, puisqu'on est « *in perpetua aequalitate* » et que la conduite n'est pas sensiblement en charge.

A la suite des lignes qui viennent d'être commentées, Vitruve donne quelques détails complémentaires sur l'aménagement d'un siphon, dans le cas où la conduite est en terre au lieu d'être en plomb.

« ... Coagmenta autem eorum calce viva ex oleo subacta sunt inlinienda, et in declinationibus libramenti ventris lapis est ex saxo rubro in ipso geniculo conlocandus isque perterebratus uti ex decursu tubulus novissimus in lapide coagmentetur et primus etiam librati ventris, ad eundem modum adversus clivum et novissimus librati ventris in cavo saxi rubri haereat et primus

1. L'actus était de 120 pieds, soit sensiblement 35 mètres, donc 200 actus = 7.000 mètres. Il serait plus compréhensible d'appliquer cette distance aux regards établis sur les aqueducs ordinaires qui, une fois vidés, peuvent se parcourir entre deux regards éloignés. Aussi avais-je pensé (*Nouvelles archives des missions scientifiques*, t. XV, fasc. 2, *Rapport sur une mission scientifique en Italie et en Tunisie*, p. 93) justifier cette règle en faisant cette application. Un examen plus approfondi m'a montré qu'il valait mieux admettre simplement une erreur de texte.

2. *Ouvr. cité*, p. 199.

expressionis ad eundem modum coagmentetur. Ita librata planitia tubulorum ad decursus et expressiones non extolletur. Namque vehemens spiritus in aquæe ductione solet nasci, ita ut etiam saxa perrumpet nisi primum leniter et parce a capite aqua immittatur et in geniculis aut versuris alligationibus aut pondere saburra contineatur. Reliqua omnia uti fistulis plumbeis ita sunt conlocanda [1]. »

La façon dont l'auteur entend le mot *venter* est ici encore précisée si nettement que l'interprétation de Belgrand sur ce terme est bien définitivement à écarter. Il est fait mention du *geniculus;* mais au paragraphe précédent ce mot désignait un coude brusque au point le plus bas, tandis qu'il s'agit ici des deux courbures atténuées à l'un et à l'autre bout de la conduite horizontale. Quant à la pierre rouge (*saxum rubrum*) qui forme le joint du coude, ce n'est pas le dur béton rougeâtre que nous connaissons bien, puisque c'est un bloc qu'il faut percer (*lapis est perterebratus*), c'est un porphyre ou un grès porphyroïde sans doute, roche extrêmement dure en effet.

La préférence de Vitruve devait être pour les conduites en terre, car il énumère complaisamment leurs qualités. Il les trouve avantageuses en ce qu'il est plus facile de les réparer et que l'eau y est meilleure que dans les tuyaux de plomb. Il se forme, croit-il, de la céruse dans l'eau qui a circulé à travers le plomb. C'est là une erreur que l'analyse chimique démontre : l'eau des tuyaux de plomb est aussi pure que celle des tuyaux de poterie [2].

1. « ... On garnira les joints de chaux vive imprégnée d'huile ; dans les raccords avec la ligne horizontale du ventre, il faut placer au coude même une pierre taillée dans la roche rouge, et perforée, de façon que le dernier des tuyaux qui descendent s'encastre dans la pierre, ainsi que le premier de la travée horizontale. De même, au versant opposé, le dernier tuyau du niveau formant le ventre s'engage dans la cavité de la pierre, et le premier tuyau de fuite s'y encastre pareillement. Ainsi la tubulure horizontale ne pourra pas sauter à l'angle de la descente et à celui de la montée : il se produit habituellement dans les conduites d'eau une aspiration violente qui serait de force à briser même les pierres de jointure, si l'on ne prenait la précaution de faire entrer l'eau par la tête du siphon, doucement et peu à peu, et de maintenir à chaque coude et à chaque déviation le conduit tout autour par une ligature ou une masse de sable. »

2. Vitruve, à l'appui de son dire, rappelle les sensations distinctes éprouvées quand on boit dans des vases de terre ou de métal. « Ceux qui ont des buffets garnis de vaisselle d'or et d'argent, dit-il, aiment mieux boire dans des vases d'argile. » Or, chacun sait que la différence de sensation tient uniquement à l'odeur développée par le récipient. Le verre n'en donne aucune ; la porcelaine ou la faïence en exhalent une très sensible qui s'unit à la sensation du goût pour donner à certains liquides un arome particulier. L'odeur du métal est caractéristique aussi ; mais il suffit d'un transvasement pour que le goût spécial disparaisse, à moins que le liquide n'ait attaqué le métal. Mais l'eau n'attaque pas le plomb.

Siphon de l'aqueduc de Patara. — Il existe un premier et très ancien exemple de siphon à l'aqueduc de Patara, en Lycie. Dans l'ouvrage de Texier, *Description de l'Asie Mineure* [1], on trouve la mention d'une muraille cyclopéenne rencontrée au voisinage de la baie de Kalamaki, à 5 ou 6 kilomètres de Patara. Cette muraille, bâtie de blocs irréguliers qui forment deux parements dont l'intervalle est rempli par des débris réunis avec du sable, supporte un canal formé de grosses pierres perforées d'un trou cylindrique et s'ajustant à emboîtement les unes aux autres [2]. Elle suit deux déclivités opposées entre lesquelles elle offre une partie horizontale; l'angle avec la pente méridionale est de 169°, et avec la pente nord de 156°. Mais l'auteur n'indique pas la profondeur de la vallée. La conduite cylindrique au sommet de chaque déclivité se relie à un canal horizontal, recouvert de grandes pierres plates, et dont le lit est fait de mortier et de cailloux.

Texier a remarqué, sur cette même muraille du siphon et à côté, une multitude de fragments de poterie provenant de la destruction de grands tuyaux qui passaient sur la muraille. Ces débris, gisant à côté des pierres perforées avaient conduit Texier à penser que les tuyaux passaient jadis dans la cavité des pierres ; mais alors celles-ci n'auraient pas eu besoin de s'emboîter les unes dans les autres. Il semble qu'il y ait eu plutôt substitution partielle d'un système à l'autre, et que dans certains intervalles les pierres disloquées et enlevées aient été remplacées par des tuyaux de terre cuite. Les renseignements donnés par Texier sont trop incomplets pour que l'on puisse conclure. On en déduit ceci pourtant, c'est qu'avant l'usage des tuyaux de plomb on faisait fonctionner des siphons, soit en pierre, soit en poterie.

L'usage du plomb dut prévaloir assez vite, dès qu'il fut entré

1. Paris, Firmin-Didot, 1849 t. III, p. 192 et 193

2. Ces pierres perforées ont quelque analogie avec les pierres rouges de Vitruve aux angles des siphons. Mais l'analogie est bien plus frappante avec une canalisation découverte par M. le Dr Carton au voisinage de Dougga en Tunisie, au bordj Ben-Baker, et formée de même d'une série de dés emboîtés les uns dans les autre à tenons et mortaises (*Ouvr. cit.*, p. 50). M. Lanciani signale aussi d'après Pasqui (*Notizie*, nov. 1878) la conduite de Poli, près d'Arezzo, formée de canaux perforés dans de grosses pierres, longues de 1m,20; le diamètre intérieur est de 0m,35 et les parois de 0m,18; l'emboîtement est le même qu'à Patara. Mais ces deux exemples sont moins caractéristiques que celui de Patara, parce qu'ils ont été vus à des conduites quelconques et non à des siphons.

dans la pratique. Pline ne mentionne les tuyaux de terre cuite que pour les conduites sans pression. « *Quam surgere in sublime opus fierit*, dit-il, *plumbo veniat.* » (*Histoire naturelle* XXXI, 31.) M. Lanciani cite un certain nombre d'exemples de conduits en terre découverts en Italie[1] : aucun n'a appartenu à un siphon. Ce devait, au temps de Vitruve, être déjà exceptionnel. Pour la traversée des vallées profondes, les Romains ont dû n'employer que le plomb, à cause de sa résistance bien supérieure.

Siphon d'Alatri. — Une discussion est depuis longtemps engagée en Italie sur l'authenticité d'un siphon établi par le censeur Betilienus Varus (an de Rome 620, 134 avant J.-C.) au voisinage d'*Alatrium* (Alatri)[2]. Le P. Secchi, dans un article publié en 1865[3], avait indiqué la présence de l'aqueduc à la hauteur de la ville, à $101^{m},12$ exactement au-dessus du niveau d'un pont sur lequel ce même aqueduc devait passer, selon lui ; il en concluait à l'existence d'une conduite forcée. Ayant découvert les fragments d'un énorme tuyau de terre cuite (*tubo fittile*) d'un diamètre intérieur de $0^{m},345$ avec une épaisseur de $0^{m},061$, il pensait pouvoir y reconnaître le tuyau du siphon. Cette opinion a été vivement attaquée dans un rapport de M. l'ingénieur di Tucci, publié par les *Notizie degli Scavi* (1879). Cet ingénieur croit d'abord que l'eau, sous une pression pareille, aurait filtré à travers les pores de la terre cuite, malgré tout le soin avec lequel cette matière aurait été comprimée. Il établit ensuite, en adoptant le coefficient de résistance donné par Coulomb pour la brique, qu'un semblable tube ne pourrait faire équilibre qu'à une pression maxima de 6,61 atmosphères, et que, même en supposant la conduite noyée dans un massif de béton, jamais elle n'aurait résisté à une charge de 100 mètres d'eau. Il va jusqu'à contester l'authenticité de la découverte, ou tout au moins de son emplacement.

Mais ce n'est pas tout. M. di Tucci s'engage dans un raison-

1. *Ouvr. cité*, p. 187 suiv.

2. Petite ville, actuellement de 5 à 6.000 habitants, située à 23 kilomètres au nord de Frosinone, soit à une vingtaine de lieues à l'est de Rome.

3. *Intorno alcuni avanzi di opere idrauliche antiche rinvenuti nella città di Alatri.* (Bullet. Instit. 1865, p. 65).

nement destiné à prouver que même l'usage du plomb, pour une si forte pression, eût été impraticable. Il s'appuie précisément sur le texte de Vitruve traduit et commenté ci-dessus [1], et sur l'emploi des lames de plomb d'une épaisseur uniforme de $0^m,006$. M. di Tucci suppose sans doute que cette règle était absolue, destinée à tous les emplois des tuyaux de plomb, lesquels n'auraient ainsi jamais pu dépasser l'épaisseur de $0^m,006$. Or, les faits aussi bien que la raison contredisent une pareille interprétation du texte. Vitruve, manifestement, ne parle que des tuyaux sous faible pression destinés à remplacer une conduite maçonnée, par conséquent avec très faible pente : dans ce cas la variation du diamètre et du débit n'entraîne pas la variation de l'épaisseur. Mais il est bien évident que si la pression est considérable, l'épaisseur doit augmenter en même temps que le diamètre [2]. Vitruve ne dit rien de cette augmentation d'épaisseur quand il en vient à parler du siphon, et j'ai fait remarquer l'étrangeté de cette omission. Mais on est bien obligé d'y suppléer par la pensée, sous peine d'anéantir la vraisemblance de tout ce qui suit.

Une autre erreur commise par M. di Tucci consiste à prendre pour le diamètre du tuyau de plomb qui aurait constitué le siphon, le diamètre même du tuyau de terre cuite trouvé par le P. Secchi. Il n'est pas étonnant qu'en s'astreignant à des données pareilles, cet ingénieur arrive à démontrer qu'un tel tuyau, avec $0^m,006$ d'épaisseur, ne supporterait pas plus de deux à trois atmosphères. Sa conclusion est que le passage de la vallée se faisait, non par siphon, mais par arcades de niveau, en un point voisin où la vallée était plus resserrée.

Heureusement, une étude plus approfondie a été faite en 1882 dans la même publication par M. l'ingénieur Basset. Celui-ci, tout en pensant, ce qui est raisonnable, que le P. Secchi a pu être induit en erreur sur la nature et l'usage du tuyau de terre cuite qu'il avait découvert, conclut à l'existence d'un siphon avec conduite en plomb. Il aurait trouvé sur toute la ligne du siphon supposé de petits morceaux de plomb, sous la forme de plaquettes et de gouttelettes (*sfogliatura e colaticcio*), provenant sans aucun

1. P. 184, suiv.
2. V. ci-dessus, p. 182, le détail de cette question.

doute d'opérations de fusion et de soudure; et à 50 mètres au-dessus du fond de la vallée, un petit fragment de tuyau d'un diamètre de $0^m,105$ et de $0^m,012$ d'épaisseur. Ce fragment, cylindrique, paraissait avoir été obtenu, non comme les autres tubes, par l'enroulement d'une plaque de plomb soudée longitudinalement, mais au moyen de la coulée directe entre un noyau et une enveloppe, à laquelle semblerait avoir appartenu un morceau de terre cuite trouvé tout auprès.

Une autre fouille, au niveau des ruines du pont qui a dû soutenir le siphon, et par conséquent au point de la pression maxima, a fait découvrir à ce même ingénieur un autre fragment cylindrique, détaché d'un conduit de fabrication identique, et du même diamètre, mais de $0^m,031$ d'épaisseur. A côté, se trouvait une couronne de plomb, paraissant être une bavure au bord supérieur du moule, jointe à une masse de plomb conique, qui ne serait autre que le métal solidifié dans le canal de même forme où on le versait, et d'où il s'écoulait dans l'espace annulaire. Cette bavure annulaire prouve, d'après l'auteur de l'article, que la coulée, opérée à l'endroit même où le tube devait être placé, était exécutée verticalement. Il remarque, en outre, que le métal porte des traces de battage: ce qui prouverait que le constructeur de cette époque lointaine se rendait déjà compte de la diminution de densité éprouvée par le plomb fondu et coulé; et que, pour lui rendre la résistance nécessaire, il jugeait bon d'en resserrer les molécules en martelant énergiquement le tube, dans lequel on devait avoir préalablement enfoncé un cylindre de bois de même diamètre, pour empêcher toute déformation.

Déductions à tirer des observations faites à Alatri. — Ces constatations sont fort intéressantes, et de nature à nous éclairer sur bien des points concernant nos siphons de Lyon. 1° Elles montrent que si dès le temps de la République les Romains savaient établir des siphons sous de fortes pressions, à plus forte raison ils ont su le faire aux premiers temps de l'Empire; les siphons de l'aqueduc du Mont-d'Or ne sont donc pas moins vraisemblables que ceux de l'aqueduc du Gier qui datent au plus tard du second siècle de l'ère chrétienne. 2° Elles prouvent que Vitruve, tout en faisant une description juste bien que peu nette,

du siphon, n'en a pas dit tout ce qu'il aurait pu en dire et que tout hydraulicien devait savoir de son temps ; qu'en particulier ses indications sur la fabrication des tuyaux de plomb, sur leur épaisseur, sont tout à fait incomplètes. 3° Elles confirment ce que nous pensions de l'usage des tuyaux de plomb pour les hautes charges, de préférence aux tuyaux de poterie, qui n'auraient pas la résistance voulue. 4° Elles font voir que ces tubes de plomb, même pour un faible diamètre, pouvaient avoir des épaisseurs considérables : $0^m,031$ pour un diamètre intérieur de $0^m,105$, soit près du tiers de ce diamètre. Et je me trouverai à l'aise pour énoncer, sans être taxé d'exagération, le diamètre et l'épaisseur qu'ont dû avoir les tuyaux de Soucieu ou de Beaunant. Car si l'enroulement d'une lame de plomb devenait impossible avec certaines épaisseurs et pour certains diamètres, nous pouvons croire désormais que les Romains avaient un autre moyen pour fabriquer ces tuyaux-là, à savoir la fusion dans un moule, suivie de compression ou de battage. 5° Que cette fusion devait s'opérer sur place. A ce propos, on peut rappeler ici un fait qui, rapproché de la découverte d'Alatri, présente un certain intérêt : à Craponne, au voisinage des tourillons, il est arrivé aux cultivateurs de déterrer en plusieurs endroits des plaquettes ou des lingots de plomb [1]. Ne pourrait-on y reconnaître des résidus de la fusion et de la coulée des tuyaux des siphons?.. Sans aller jusque-là, ces morceaux pourraient bien provenir de fusions plus récentes, qui auraient suivi la destruction de l'aqueduc et le pillage des tuyaux. Quoi qu'il en soit, c'est toujours au moins un indice de plus de la réalité du siphon de Craponne et de sa conduite en plomb.

Charges des siphons de Lyon. Calcul de leurs diamètres et de leurs épaisseurs. — J'ai donné plus haut les profondeurs respectives de plusieurs de ces siphons, ou, pour parler plus exactement, leurs flèches. Les voici pour tous :

Siphon de Cotte-Chally..... ..	35 à 40^m.
— d'Ecully	65^m environ.
1re travée du siphon de Craponne....	25^m —
2e — — —	115^m —

1. V. ci-dessus, p. 78.

Siphon de Grange-Blanche.....	89[m] environ.
Siphon de Chagnon ou de Saint-Genis-Terrenoire.....	82[m],813
Siphon de Soucieu ou du Garon.....	92[m],822
— de Beaunant.....	123[m]
— de Saint-Irénée.....	47[m]

La charge maxima s'exerçait sur les tuyaux qui passaient sur les ponts, au ventre, pour employer l'expression de Vitruve. On peut, d'après cela, connaissant le diamètre extérieur des tuyaux et la résistance du plomb à la rupture, calculer l'épaisseur donnée à ces tuyaux. Le résultat ne peut d'ailleurs être qu'approximatif. Je me contenterai de faire ce calcul pour le siphon de Beaunant, dont la flèche est la plus considérable, et où par suite il a fallu les tuyaux les plus épais.

Le diamètre intérieur des orifices, à tous les réservoirs des siphons de Lyon, n'est pas parfaitement régulier. Ils sont garnis d'une couche de mortier que l'arrachement des tuyaux a dégradée. Il y a donc, pour un même orifice, des différences d'appréciation. Flacheron évalue à 0[m],270 ce diamètre aux orifices de Soucieu [1], tandis que Gasparin indique 0[m],250. J'ai trouvé pour mon compte, en prenant à plusieurs orifices ce diamètre dans tous les sens et en différents points sur la longueur de chacun, de 0[m],240 à 0[m],270. Je prendrai pour le calcul ce maximum comme diamètre extérieur de la tubulure, en raison de ce que, pour un même diamètre intérieur, l'épaisseur devait être plus considérable aux tuyaux du bas qu'à ceux du haut.

La formule de la résistance d'un tuyau de conduite à une pression intérieure donne pour une épaisseur ε :

$$\varepsilon = \frac{1.000\ D\ H}{2\ R}$$

H désigne la pression, D le diamètre intérieur, R la résistance du plomb à la rupture par millimètre carré de section. Puisque nous nous sommes donné le diamètre extérieur, la valeur de D est

1. L'unique orifice subsistant du siphon de Beaunant, difficilement accessible, apparaît néanmoins très distinctement, et a sensiblement la même capacité.

$0^m,27 - 2\varepsilon$. L'équation n'est donc qu'à une seule inconnue. Quant à la résistance du plomb à la rupture, elle est de 1 kg. 35 par millimètre carré. En imposant au métal le quart de cette charge seulement, soit 0 kg. 34, ou 340.000 kg. par mètre carré, on aura :

$$\varepsilon = \frac{1.000 \times (0^m,27 - 2\varepsilon) \times 123}{680.000}$$

D'où l'on tire

$$926.000\,\varepsilon = 33.210$$

$$\varepsilon = 0^m,0358$$

soit, pour avoir un chiffre exact de millimètres, $0^m,036$. Par suite, le diamètre intérieur serait sensiblement de $0^m,200$, à 2 millimètres près.

Avant de chercher comment on pouvait fabriquer des tuyaux de plomb d'une si forte épaisseur, il est nécessaire de faire remarquer qu'on ne l'avait donnée qu'à ceux du niveau le plus bas. Elle diminuait de tuyau en tuyau à mesure que l'on remontait vers les réservoirs, c'est du moins infiniment probable : l'ingénieur n'aurait évidemment pas gaspillé un métal coûteux, et multiplié inutilement le travail difficile de la confection de tubes si épais. Sans imaginer une trop forte réduction d'épaisseur, — car la canalisation dans le haut n'était pas à l'abri des coups de bélier par afflux d'air, — on peut bien admettre que cette épaisseur se restreignait à $0^m,015$ ou $0^m,020$, d'après ce qui a été dit un peu plus haut sur le diamètre des orifices.

Delorme, et après lui Rondelet, qui d'ailleurs n'est que son écho, remarquant que les ponts avaient une largeur notablement plus grande que celle des rampants qui soutenaient les tuyaux au sortir du réservoir de chasse et à l'entrée du réservoir de fuite, ont supposé que ces tuyaux se dédoublaient vers le milieu de la pente. La section de chaque tube étant ainsi réduite de moitié, le diamètre intérieur était réduit suivant le rapport $\frac{1}{\sqrt{2}}$ soit à $0^m,14$, et l'épaisseur devenait ainsi :

$$\varepsilon = \frac{1.000 \times 0,14 \times 123}{680.000} = 0^m,025$$

C'est là une épaisseur des plus normales par rapport au diamètre. Il me suffira de citer l'exemple d'un tuyau récemment découvert aux environs d'Ostie, et que j'ai pu voir à Rome, au musée des Thermes : il a $2^{m},65$ de long, $0^{m},15$ de diamètre intérieur et $0^{m},025$ d'épaisseur. C'est, à très peu de chose près, celui qui vient d'être calculé.

Cependant cette opinion de Delorme, relative au dédoublement, pour acceptable qu'elle soit, peut soulever quelques objections : d'abord à cause de la complication du dispositif ; ensuite parce l'élargissement des ponts peut avoir eu pour motif la nécessité d'un passage pour la surveillance, pour la manœuvre des robinets de décharge, etc. L'état actuel du tablier au pont de Beaunant ne peut malheureusement rien indiquer à ce sujet. Tout en ne rejetant pas l'hypothèse, je crois qu'elle n'est pas indispensable, et que l'épaisseur de 35 millimètres pour un diamètre de $0^{m},20$ est encore admissible. On pourrait invoquer l'usage du tube venu de fusion qu'a découvert M. Basset, à Alatri ; $0^{m},031$ d'épaisseur sur un diamètre intérieur de $0^{m},105$ donne un rapport bien plus surprenant que $0^{m},035$ sur $0^{m},20$. Mais en adoptant même le procédé connu du pliage au lieu de celui du moulage, il n'y avait sans doute pas beaucoup plus de difficulté à plier une lame de 35 millimètres autour d'un mandrin de 20 centimètres, qu'à en plier une de $0^{m},025$ autour d'un mandrin de 0,15, comme on l'a fait pour le tuyau d'Ostie qui est au musée des Thermes.

Fabrication et pose des tuyaux de plomb. — La fabrication par pliage s'exécutait ainsi. Le plomb sortant du creuset était coulé en lames plates d'une épaisseur déterminée. A peine solidifiée, et facilement flexible, on enroulait cette lame autour d'un mandrin, probablement en bronze, pour que l'opération pût se faire à chaud. Les deux lèvres longitudinales de cette lame étaient ramenées l'une contre l'autre, et ici le procédé de soudure variait. Tantôt on faisait chevaucher un peu l'un de ces bords sur l'autre qui avait été préalablement aminci par un martelage sur le mandrin ; tantôt on se contentait d'un rapprochement qui amenait leur contact par la ligne inférieure, créant ainsi un petit canal longitudinal. (Ces soudures sont représentées fig. 74,

d'après des spécimens authentiques existant précisément au musée de Lyon)[1].

De chaque côté de cette jointure, on faisait une rigole en

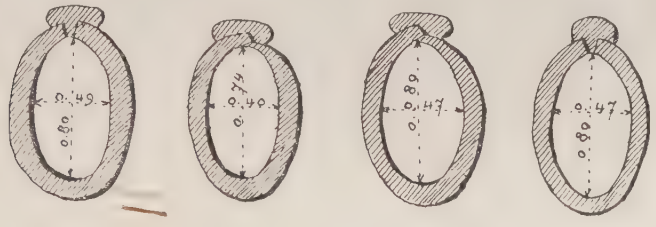


Fig. 74. — Tuyaux de plomb antiques. Divers types de soudure[2].

terre *a a*, et on coulait du plomb pour faire la jonction *h* (fig. 75). On voit souvent un petit bourrelet intérieur de plomb, le métal ayant un peu coulé à travers la fissure *c*. Pour les tuyaux plus soignés, on trouvait le moyen de redresser les deux lèvres et d'appliquer l'une contre l'autre leurs deux faces internes. Dans l'interstice on coulait, soit un alliage d'étain, soit simplement du plomb, ce qui formait une petite lame de soudure (fig. 76). Belgrand fournit au sujet de ces soudures romaines d'intéressants renseignements résultant d'une expérience qu'il a faite lui-même[3].

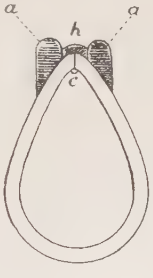


Fig. 75.

« Tout le monde sait que la soudure, formée de deux parties de plomb et d'une partie d'étain, entre en fusion à une température plus basse que le plomb, de sorte que, avec un fer médiocrement chaud, on l'étend sur les deux lèvres de plomb à réunir : elle y adhère fortement et les relie ; c'est ce qu'on appelle un nœud de soudure, et lorsque ce nœud est bien fait, il est aussi solide que le reste du tuyau ; mais sous ce nœud, la séparation des deux lames ou des bouts de tuyaux existe toujours, et il doit en être

Fig. 76.

1. Selon toute probabilité, ce ne sont pas des tuyaux de siphons, mais des conduites en plomb quelconques. Belgrand (*ouvr. cité*, p. 69) et M. Curt-Merkel (*Die Ingenieurtechnik im Alterthum*, p. 551), donnent, d'après Rondelet, le dessin d'un fragment de tuyau à soudure tout à fait étrange, qui serait au musée de Lyon et proviendrait même d'un des siphons de nos aqueducs. Or, ce fragment n'existe pas au musée et l'on n'a jamais rien trouvé à l'emplacement de ces siphons, en fait de tuyaux.

2. N. B. — Pour les dimensions marquées, lire 0,049, 0,080, au lieu de 0,49, 0,80, etc.

3. Belgrand, *Ibid.*, p. 71.

ainsi, puisque le plomb ne fond pas. Cette discontinuité est donc un des caractères du nœud de soudure moderne [1].

« Mais si la soudure ne contient pas d'étain, on ne peut la fondre sans fondre le tuyau lui-même et la jonction des deux lèvres ne peut se faire par le même procédé. Dans un tuyau romain trouvé à Paris, rue Gay-Lussac (fig. 77), il n'y a pas discontinuité sous la soudure ; les deux lèvres de la lame sont réunies comme si le tuyau avait été coulé d'une seule pièce ; les ouvriers ne voulaient pas croire qu'il eût été fait autrement.

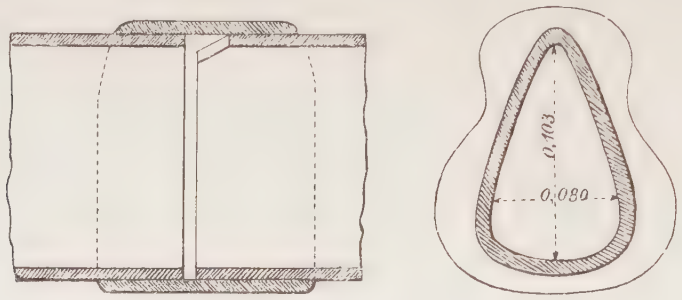


Fig. 77. — Tuyau découvert rue Gay-Lussac.

« J'ai cherché à souder un tuyau formé d'une lame de plomb, avec du plomb pur, et j'ai réussi en lui donnant la section piriforme et en coulant le plomb très chaud sur les deux bords extérieurs de la lame.

« L'adhérence a été complète, la solution de continuité a disparu. Le tuyau, soumis à une pression de 3 atmosphères, a commencé à s'arrondir ; il a pris la forme circulaire à 8 atmosphères et a supporté une pression de 18 atmosphères sans se déchirer à la commissure A des lèvres (fig. 78).

« Je n'ai pas réussi, en donnant d'abord au tuyau la forme circulaire ; l'adhérence du plomb coulé au-dessus de la commissure A était très imparfaite. » (fig. 79).

1. Ce procédé était bien connu des Romains, car ils connaissaient parfaitement les usages de l'étain qu'ils extrayaient de nombreux gisements. Daubrée (*Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule*, p. 54) est persuadé que les anciens en savaient plus au sujet de l'étain que les minéralogistes de notre temps. Pline (XXXVI, 48) parle d'ailleurs de la soudure à l'alliage d'étain. La soudure au plomb coulé était cependant, comme le constate Belgrand, beaucoup plus fréquente.

A tous égards, cette expérience est des plus intéressantes. Elle nous donne d'abord la raison d'être de cette section piriforme que présentent, plus ou moins, tous les tuyaux de plomb romains, façonnés ainsi par pliage [1]. Elle confirme ce qu'on pouvait deviner *a priori*, à savoir que les fortes pressions parvenaient à les arrondir. Elle montre enfin quelles fortes charges de semblables tuyaux et de semblables soudures pouvaient supporter. Le tube de Belgrand, avec son épaisseur de 6 millimètres seulement, a pu résister à 18 atmosphères ; il est vrai que son diamètre est la moitié de celui de nos tuyaux de Beaunant. Mais l'épaisseur de 35 millimètres que le calcul nous a fait trouver pour ceux-ci, était sûrement, en vertu de cet exemple, capable de résister à la charge de 12 atmosphères et aux coups de bélier qui pouvaient survenir.

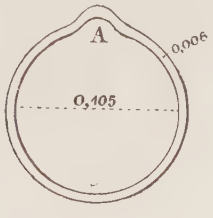


Fig. 78.

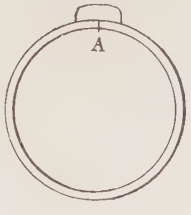


Fig. 79.

L'attention du constructeur devait se porter tout spécialement sur les joints. Vitruve insiste assez d'ailleurs sur ces « *fistularum commissuras* [2] » que la pression peut faire éclater. En général, c'étaient des joints à emboîtement comme pour les tuyaux de terre cuite [3], une des extrémités de chaque tube étant évasée en forme de cloche (fig. 80), au moyen d'un mandrin qu'on y enfonçait à force ; on faisait pénétrer le bout de l'autre tuyau dans cet épanouis-

1. Sans doute le mandrinage était aussi plus ou moins soigné suivant l'usage auquel on les destinait. Les tuyaux du musée des Thermes dont il est parlé ci-dessus ont une section presque tout à fait circulaire, ce qui pourrait tenir, il est vrai, autant à la pression intérieure qu'au mandrinage soigné ; mais on y reconnaît le soin spécial à la netteté du bourrelet de soudure. Les tuyaux de siphons devaient être aussi d'une fabrication très surveillée. A ce propos, on peut se demander comment il se fait que la section allongée et le bourrelet extérieur n'aient pas empêché les orifices des réservoirs-siphons d'être circulaires. C'est d'abord qu'on peut bien loger un tuyau ovale dans une capacité cylindrique ; le scellement garnit le vide ; ou bien le tuyau, logé dans l'orifice, était circulaire, obtenu soit par moulage, soit par la soudure à l'alliage d'étain et de plomb.

2. *Pass. cité*, VIII, 6.

3. *Commissuris pyxidatis, ita ut superior intret, calce viva ex oleo laevigatis.* (Pline Hist. nat., XXXI, 31).

sement, et l'on coulait du plomb entre les deux. Mais on trouve aussi des exemples, et en particulier au musée de Lyon, de joints opérés par un simple nœud de soudure (fig. 81)[1]. Ce système pouvait bien résister à une forte pression. Belgrand nous donne

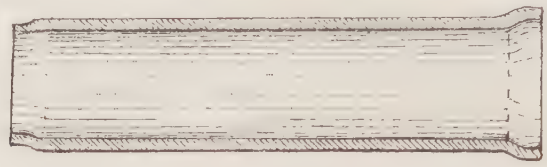


Fig. 80. — Joint à emboîtement.

un exemple d'assemblage par manchon, sans soudure, au tuyau découvert rue Gay-Lussac (fig. 77). Evidemment, aux siphons on n'aurait pu songer à des joints sans soudure ; mais le système de l'assemblage à emboîtement pouvait être combiné avec celui du manchon servant de renforcement et engagé à chaud sur le joint. Les ligatures de chanvre étaient aussi utilisées[2].

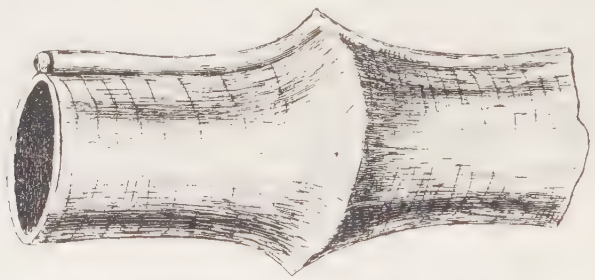


Fig. 81. — Joint avec nœud de soudure (Musée de Lyon).

Quel que fût le système adopté, la pose de ces tuyaux fut, à coup sûr, une opération difficile et surtout longue, car les distances d'un réservoir à l'autre sont presque toutes fort étendues. Voici ces distances (celles du Gier seules sont rigoureusement évaluées) :

1. Cet exemple est très convaincant et confirme celui qu'a donné M. Jacquemin (*Les monuments d'Arles*, p. 215) : des tuyaux de plomb de grande épaisseur trouvés à Arles étaient reliés par des nœuds de soudure. L'analyse de cette soudure a révélé qu'elle était formée d'un alliage de 84 parties de plomb pour 60 d'étain.

2. V. ci-dessus la citation de Delorme, p. 190.

Siphon de Craponne (2e section)	4.800	mètres.
— de Beaunant	2.612	—
— d'Ecully (Mont-d'Or)	2.000	—
— de Craponne (1re section)	1.300	—
— de Grange-Blanche	2.800	—
— de Soucieu	1.204	—
— de Saint-Genis	897	—
— de Saint-Irénée	608	—
— de Cotte-Chally (?)	500	—

Nous donnons aujourd'hui des portées encore plus longues à certains siphons. Celui de Naples, exécuté en 1885, pour ne donner qu'un exemple, mais frappant, a 20 kilomètres de longueur, et 170 mètres de flèche, avec tuyaux de fonte. Mais il faut considérer que chacun des siphons romains comportait plusieurs conduits parallèles, et cela représentait, pour le seul siphon de Beaunant, 26 kilomètres de tuyaux de plomb mis bout à bout. On juge du poids de métal qu'il a fallu fondre, façonner en tuyaux, et amener sur place, pour exécuter ces ouvrages extraordinaires. Le siphon de Beaunant en avait nécessité plus de 2.000 tonnes, et tous ensemble, de 10 à 15.000.

Production des mines de plomb à l'époque romaine. — Un pareil chiffre paraît, au premier abord, invraisemblable. Le monde entier ne produit guère, aujourd'hui, plus de 3 à 400.000 tonnes de plomb par an sur lesquelles la France en fournit de 20 à 30.000. Que produisaient donc les anciens, pour pouvoir subvenir par des milliers de tonnes, à un moment donné, aux besoins d'une seule entreprise?

Il est prouvé qu'une très grande quantité de gisements de plomb argentifère, dont beaucoup sont aujourd'hui épuisés, étaient exploités jadis avec une extraordinaire activité. Nous ne ferions que glaner après les anciens. Les seules mines du Laurion, dans l'Attique, qui suffisaient à produire, au temps de Périclès et pendant plus de deux siècles, tout l'argent qui circulait en Grèce, donnaient une quantité de plomb au moins trois cents fois plus grande, puisque le poids d'argent obtenu par la coupellation ne représente guère que les trois millièmes du poids de plomb. Et

quand on pense que d'après Thucydide[1] il n'y avait pas moins de 9.700 talents (58 millions de francs) d'argent monnayé en réserve à l'Acropole au début de la guerre du Péloponèse, que le chiffre de l'argent en circulation était en proportion, que les objets d'art en argent pur, statues, vases, meubles, bijoux, représentaient en Grèce des richesses prodigieuses, on imagine ce que ces mines pouvaient fournir en fait de plomb. On sait du reste l'usage à profusion que les anciens faisaient de ce dernier métal : indépendamment des conduites d'eau, il servait aux scellements des pierres d'édifices, aux ancres des vaisseaux, à toutes sortes d'objets pour lesquels nous employons aujourd'hui le fer ou la fonte. Et cependant le Laurion en produisait, dit-on, plus encore qu'il n'était nécessaire : il y avait surabondance de métal[2].

L'Espagne était aussi fort riche en plomb. Mais c'est surtout la Bretagne (Angleterre) qui, au dire de Pline, en fournissait un tonnage colossal. Le minerai affleurait à la surface en si grandes masses, qu'une loi avait défendu de l'exploiter au delà d'une certaine limite de production[3]. En Gaule, bien qu'aucune des exploitations, au temps des premiers empereurs, n'eût atteint une importance comparable à celle d'un gîte moyen de Bretagne, il y en avait un très grand nombre[4]. Dans le département de l'Aveyron (Rouergue, ancien pays des Ruthènes), une vingtaine de localités présentent encore des traces d'anciennes galeries qui ont suivi les filons de galène à de grandes profondeurs au-dessous de la surface (jusqu'à 200 mètres). La disposition de ces galeries, les descentes munies d'escaliers qui les rejoignaient d'un niveau à l'autre montrent qu'il y avait là une méthode d'exploitation suivie et rationnelle. Il en est de même dans le Gard : à Blatcouzel notamment, on a trouvé, en faisant des fonçages, tout un immense réseau dont on est même loin de connaître toute l'étendue. Dans les Deux-Sèvres, à Melle, des tas énormes de déblais, provenant d'une exploitation romaine,

1. Thucydide, II, 13.

2. V. Ardaillon : *Les mines du Laurion dans l'antiquité*, ch. VI.

3. « *Nigro plumbo ad fistulas laminasque utimur, laboriosius in Hispania eruto, totasque per Gallias : sed in Britannia summo terrae corio adeo large, ut lex ultro dicatur, ne plus certo modo fiat.* » Dans les régions méridionales de l'île on a retrouvé, il n'y a pas très longtemps, une cinquantaine de lingots, dont la plupart portent des noms inscrits : ceux des principaux empereurs, de Néron à Marc-Aurèle, et aussi des noms de personnages inconnus, fonctionnaires impériaux, probablement.

4. V. Daubrée : *Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques de la Gaule* (Revue archéologique, 1881).

ont formé une colline qu'on appelle la montagne de Saint-Pierre. Même fréquence d'anciens travaux dans la Charente, la Lozère, l'Ariège, l'Hérault, la Savoie, les Hautes-Alpes, l'Ardèche. Plusieurs communes ou hameaux portent encore dans ces pays la dénomination de Largentière ou l'Argentière. Dans le Rhône, précisément à peu de distance de l'aqueduc de La Brévenne, nous avons vu que deux villages, Sainte-Foy et Saint-Genis, étaient ainsi désignés. La mine de plomb argentifère qui y était exploitée jadis s'étendait, dit-on, au temps des Romains, sur une vaste étendue. Le plomb des siphons et des canalisations urbaines de Lyon a pu venir en partie de cette mine; mais en raison de l'énorme quantité qu'ont exigée les siphons, il est probable qu'on a fait appel aussi à la production du reste de la Gaule ou de la Bretagne.

On voit donc que de toute manière, ces nombreux siphons des aqueducs de Lyon, avec leurs conduites en plomb, dont la complication surprend d'abord, n'ont rien de chimérique. C'étaient des ouvrages très réalisables, capables de fonctionner normalement, et non, comme on l'a prétendu quelquefois, des essais téméraires qu'on n'aurait pu mener à bien[1].

Motifs de l'absence de siphons aux aqueducs de Rome. — Puisque ce n'est pas le défaut de métal, non plus que la difficulté insurmontable du travail qui pouvaient interdire une entreprise de ce genre, on pourrait se demander pourquoi les Romains n'ont pas songé à établir des siphons, de préférence aux arcades prolongées des aqueducs de la capitale, entre les monts Albains et les murs de la ville. Etait-ce pour donner à cette œuvre un aspect plus imposant, pour faire un magnifique étalage de force et de grandeur? Il n'est pas probable que ce motif les eût fait renoncer à une autre solution, si elle eût été plus pratique. « On s'habitue trop volontiers, dit avec justesse M. Choisy[2], à regarder les Romains comme un peuple qui, disposant de richesses immenses, n'eut jamais à compter avec les moyens matériels, et put dédaigner sans scrupule les expédients que nous suggère quelquefois

1. Il a été dit parfois que l'aqueduc du Gier n'avait jamais fonctionné; aux autres on a nié l'existence des siphons.

2. *L'art de bâtir chez les Romains*, Introduction, p. v.

l'insuffisance de nos ressources. La passion des grandes choses ne fut assurément étrangère à aucune de leurs entreprises, mais le génie des Romains sut concilier l'étendue des projets et la facilité des moyens d'exécution. » S'ils ont établi des siphons à l'aqueduc d'Alatri et à ceux de Lyon au lieu d'élever des arcades, c'est à cause de la hauteur démesurée qu'exigeaient celles-ci. A Rome, la hauteur nécessaire, bien que très considérable — elle va jusqu'à 34 mètres à la ligne *Claudia-Anio novus* — n'avait rien d'anormal. La question économique était donc seule en cause, parce qu'il fallait soutenir sur plusieurs milles cette hauteur ou une hauteur approchante. Aujourd'hui, en raison du prix de la fonte ou de la tôle relativement à celui de la pierre de taille, le problème ne se pose même pas, étant résolu d'avance en faveur du siphon. Mais il en était tout autrement alors, à considérer le volume et le poids de plomb qu'il eût fallu pour ces diverses conduites, chacune de plus de vingt kilomètres. La pierre de taille que l'on trouvait sur place revenait assurément à un prix moindre. Remarquons en outre que ces aqueducs sont superposés deux à deux et trois à trois; qu'ainsi pour *Claudia* et *Anio novus*, projetés, ce semble, en même temps, le coût des arcades à construire se trouvait réduit de moitié, tandis que rien ne pouvait réduire le nombre des tuyaux de plomb. Le même calcul s'était fait pour les canaux *Tepula* et *Julia* qui n'exigeaient, pour leur construction au-dessus de la Marcia, qu'une faible dépense.

En somme, réservant l'application du principe des siphons au cas des vallées profondes « *si montes sint altiores ut possint interpellare*[1] », les Romains en ont installé quand il y avait à le faire avantage économique et, de toute façon, pratique. Ce n'est point du tout par inexpérience ou impéritie, ni par goût de vaine magnificence qu'ils ont, soit à Rome, soit ailleurs, préféré les arcades.

Les prétendus tâtonnements au siphon de Saint-Genis. Raison de l'obturation d'un orifice. — M. de Gasparin, dans son Mémoire sur l'aqueduc du Gier, admet, à mon sens, trop complaisamment l'inexpérience initiale de l'ingénieur romain en

1. Vitruve, *pass. cité*, VIII, 6.

face du siphon à construire. Cet ingénieur aurait passé, avant de résoudre le problème, par une série de tâtonnements et d'erreurs, et le réservoir de Saint-Genis serait « une véritable machine à expériences », qui aurait permis au constructeur d'étudier les lois de l'écoulement dans les tuyaux, en vue des ouvrages de même nature et plus considérables encore que l'on devait exécuter.

A l'appui de cette opinion, l'auteur allègue plusieurs raisons. La première est que le réservoir de Saint-Genis serait établi avec moins de sûreté que les autres. « Ainsi le réservoir de Soucieu, exécuté postérieurement, n'a que $4^{m},67$ de longueur dans œuvre, le réservoir de Saint-Genis-Terrenoire a une longueur de $6^{m},48$; le réservoir de Soucieu est percé de neuf trous : le réservoir de Saint-Genis est percé de dix trous. Le réservoir de Soucieu est pénétré par l'aqueduc sans que la section de l'aqueduc éprouve aucune modification ; le réservoir de Saint-Genis est raccordé horizontalement avec l'aqueduc, au moyen d'un surhaussement de la voûte de l'aqueduc évidemment destiné à empêcher l'aqueduc de fonctionner comme siphon quand l'eau s'élèverait dans le réservoir de chasse en amont des tuyaux [1]. »

On peut répondre à ce raisonnement : que les dimensions des réservoirs ne signifient rien, et que toute espèce de motifs (configuration du terrain, direction du canal en amont, etc.) pouvaient engager à ne pas les construire sur un modèle uniforme ; que l'on ne voit, pas du reste, une amélioration dans celui de Soucieu par rapport à l'autre : dix orifices avec diamètre plus petit ($0^{m},22$) à Saint-Genis, ne sont pas un dispositif moins bon ni meilleur que neuf avec diamètre un peu plus grand ($0^{m},25$) à Soucieu. Et quant à la surélévation de la voûte au premier de ces réservoirs, je ne sais comment le fait a été observé [2], car cette voûte s'élève à la hauteur naturelle de l'aqueduc constatée partout ailleurs : et au surplus, il y avait un moyen bien plus simple d'empêcher l'aqueduc de fonctionner comme siphon, c'était de percer un orifice de trop-plein dans la paroi du réservoir ; or, cet orifice existait dans la paroi latérale ouest.

1. *Ouv. cité*, p. 17. Cet énoncé n'est pas d'une limpidité parfaite.

2. Depuis très longtemps (bien avant Gasparin), il ne reste de cette voûte que sa pénétration dans la paroi arrière du réservoir. Ce qui a pu faire croire à une surélévation, c'est que le *radier* de l'aqueduc était en effet un peu plus haut que le radier du réservoir et que le premier a été détruit par une brèche de la muraille. Ainsi la voûte paraît plus haute que sur les autres points du canal.

Mais le plus probant indice du tâtonnement et de l'erreur première réside, d'après Gasparin, dans l'obturation faite après coup de deux orifices. J'ai déjà dit que cette double obturation se réduisait à une seule [1], et je ne veux pas insister sur cette erreur d'observation. Encore faut-il savoir pourquoi un trou a été bouché. « On pouvait, dit l'auteur [2], en débouchant tous les trous, examiner le mouvement de l'eau dans les tuyaux sous pression, et en en bouchant successivement un, deux, ou un plus grand nombre, examiner la charge qui s'établissait sur les orifices d'entrée et de sortie, et mettre le mouvement permanent de l'eau dans les siphons en harmonie aussi parfaite que possible avec le mouvement permanent de l'eau dans les aqueducs. » Alors, quand on aurait été bien fixé, on aurait fait les obturations ou plutôt l'obturation définitive, et enlevé les tuyaux inutiles.

Cette explication en elle-même est acceptable. Elle l'est bien moins si l'on considère que, les conditions d'écoulement changeant à chaque siphon avec la charge, avec la longueur du parcours des tuyaux, il n'y a pas de raison pour que les mêmes expériences n'eussent pas été faites aux autres siphons aussi bien qu'à celui-ci. D'autre part, ce siphon n'était pas le premier qu'on construisait dans l'empire et même dans la région : si donc il ne s'agissait que d'avoir une première idée du fonctionnement, il est certain qu'on l'avait déjà. Enfin, la difficulté du problème était bien moins dans le nombre des tuyaux que dans la détermination de la différence de niveau des réservoirs, et de l'épaisseur de ces tuyaux : or, tous ces éléments étaient par nécessité calculés d'avance.

La raison de l'obturation réside bien plutôt dans la création du canal de Chagnon, contournant les vallées de la Durèze et de ses affluents, et qui semble faire double emploi avec le siphon. Le siphon a été construit d'abord, le canal ensuite. En effet, à quoi ce siphon eût-il servi, le contour existant déjà ? Au contraire, on conçoit fort bien que pour augmenter le débit de l'aqueduc, on ait été amené à créer des prises d'eau nouvelles, sur la Durèze, sur ses affluents, et peut-être sur des sources trouvées dans cette région. Comme il fallait relier les différents points de prise, on a été

1. V. ci-dessus, p. 105, note 2.
2. P. 17.

naturellement amené à fermer le circuit X A B C Y (Pl. II, à la fin du volume) avec une pente continue dans le même sens : on se donnait ainsi la possibilité d'y faire passer toute l'eau de l'aqueduc, soit en cas d'avarie au siphon, soit en cas d'eau trouble après les crues, ce qui évitait les dépôts dans les tuyaux [1]. En temps ordinaire, pour que la section X A ne se détériorât pas par le desséchement, on y laissait toujours passer une certaine quantité d'eau. On fut ainsi conduit sans doute à boucher entièrement un des orifices, son débit passant au canal de contour. L'antériorité du siphon se prouverait encore par la pente très réduite que nous avons constatée à ce canal (0m,00025 par mètre) : il a fallu qu'elle s'accordât avec la différence de niveau entre les réservoirs de chasse et de fuite, puisque ce canal de détour se reliait avec l'aqueduc à l'entrée du réservoir de chasse d'une part, de l'autre, à la sortie du réservoir de fuite. Supposons, au contraire, le canal antérieur au siphon. Pourquoi eût-on créé dans cet intervalle une pente moyenne spéciale moindre que partout ailleurs pour un aussi long parcours ? De plus, pouvait-on faire le raccord du siphon avec le canal aussi facilement que pouvait se faire l'inverse? On n'est pas maître de la charge d'une conduite forcée comme on l'est de la pente d'un canal [2].

Mais ce siphon de Saint-Genis et ses abords, toute cette région en un mot, amène M. de Gasparin à bien d'autres conjectures. Il y a eu là, selon lui, tâtonnements sur tâtonnements. Non seulement le siphon a servi de machine à expériences, mais on a fait encore, avant de l'établir, d'autres essais manqués. Voici son raisonnement, qu'il me faut transcrire en entier, puisque aussi bien il signale un fait qu'il est indispensable d'expliquer.

Les tranchées supérieures entre Saint-Chamond et Saint-Genis. — « On trouve [3], parallèlement au canal (l'aqueduc venant d'Izieux), un canal supérieur sur le revers de tous les vallons

1. A la vérité, ceci est de peu d'importance, car l'ouverture des robinets de vidange (*colluviaria*) suffisait à chasser ces dépôts une fois formés dans les parties basses.

2. Tout porte à croire cependant que, si le contour est postérieur au siphon, il ne l'est que de peu de temps. L'insuffisance du passage unique et l'avantage d'un contingent supplémentaire pour le bon fonctionnement de l'ensemble de la conduite durent en effet s'apercevoir dès la mise en service de celle-ci.

3. *Ouvr. cité*, p. 13.

situés entre Saint-Chamond et Saint-Genis-Terrenoire ; ce canal est surtout apparent sur les revers méridionaux, par la raison toute simple que ces revers étant beaucoup plus abrupts, la tranchée est faite constamment dans le roc ; mais en l'étudiant avec soin au moyen du niveau, nous avons retrouvé les tranchées dans tous les points du revers septentrional où le roc vient effleurer le sol. On pourrait considérer ces tranchées, ainsi que des personnes distinguées l'ont fait d'abord, comme des travaux destinés à protéger le canal contre les érosions des eaux pluviales ; mais un examen attentif des lieux détruit absolument cette opinion. D'abord, l'aqueduc inférieur, maçonné dans tous les points où il est établi en tranchée dans le rocher, est absolument inattaquable, et bien que la tranchée supérieure, si elle a jamais fonctionné, ne fonctionne plus depuis des siècles, l'aqueduc est aussi bien conservé que le jour de sa construction ; en second lieu, là où le canal est en souterrain dans les rochers, à quoi bon un second souterrain à quelques mètres plus haut ; en troisième lieu, par quel singulier hasard toutes ces tranchées se rapporteraient-elles par un nivellement continu ? Enfin, pourquoi ces tranchées disparaissent-elles absolument, passé Saint-Genis-Terrenoire, quand les vallées du Bosançon, d'Orliénas et de plusieurs autres points, auraient justifié sérieusement, par leur pente et leur nature affouillable, un conduit supérieur destiné à rejeter les eaux pluviales. Il est donc impossible de supposer que cette ligne de tranchées dans le rocher, sur 22.000 mètres de longueur, fût destinée à autre chose qu'à l'établissement d'un canal continu, dont l'idée a été abandonnée ; car on ne trouve nulle part ni l'apparence d'un ouvrage d'art ni trace de maçonnerie, soit dans les tranchées mêmes, soit entre les tranchées. Ce canal supérieur devait, dans la pensée des directeurs du canal, contourner la vallée du Chagnon [1], car ces tranchées se retrouvent sur les deux rives.

« L'ingénieur chargé de la direction du travail a dû évidemment s'occuper d'abord à rechercher les eaux qui, par leur niveau et leur qualité, pouvaient être amenées à Fourvière de la vallée du Gier. Le Gier, le Janon et la rivière de Chagnon durent appeler

1. De la Durèze.

seuls son examen en raison de la permanence et de l'abondance de leurs eaux. Les eaux du Janon étant aujourd'hui tout à fait impotables, et probablement dès lors d'une mauvaise qualité [1], et les eaux du Gier d'une pureté parfaite, l'ingénieur s'arrêta à l'idée d'une dérivation principale du Gier, et au besoin d'une dérivation accessoire du Chagnon. Or, comme pour dériver les eaux du Chagnon il était absolument nécessaire de faire un canal continu entre un point de cette rivière, pris à une hauteur convenable, et l'aqueduc du Gier, l'idée la plus naturelle était évidemment de déterminer la prise du Gier à une hauteur suffisante pour que la pente du canal permît de se développer dans la vallée du Chagnon, et d'aller se rapprocher de la prise d'eau dans cette rivière. L'ingénieur ne devait pas songer *a priori* à traverser la vallée du Chagnon au moyen d'un siphon, puisque la moitié au moins du développement de l'aqueduc qui contournait la vallée était dans tous les cas obligatoire ; il s'arrêta donc à cette pensée, et fit commencer l'exécution par l'ouverture des tranchées dans le rocher, sur le tracé ainsi déterminé. Ces tranchées venaient rejoindre à Saint-Genis le tracé du canal existant ; en effet, entre Lyon et Saint-Genis, le tracé ne pouvait pas varier.

« Quand le travail préparatoire des tranchées fut achevé, travail plus long en raison des procédés d'exécution que réellement dispendieux, l'ingénieur fut effrayé de l'immense développement des travaux à faire dans la vallée de Chagnon et dans celle du Janon. En effet, même en adoptant des ponts-aqueducs de la même hauteur que le pont à siphons existant pour passer les affluents du Chagnon, le développement du canal supérieur ne pouvait être dans cette vallée de moins de 15 kilomètres, et comportait trois ouvrages d'art considérables. Mais ce n'était encore là qu'un seul des inconvénients ; ce développement, à la pente de 1/1200 ou de $0^{m},0008$ qui était très rapprochée d'un minimum unité, faisait perdre 12 mètres de hauteur, tandis qu'un siphon ne faisait perdre que 6 mètres ; il en résultait que le canal supérieur, conséquence du développement dans la vallée de Chagnon, conduisait forcément à un développement considérable dans la

1. Au sujet de cette erreur concernant la qualité naturelle des eaux du Janon, V. ci-dessus, p. 98, note 1.

vallée de Langonan, dans celle de son affluent, dans la vallée du Janon et dans celle de son affluent, et par suite on ne pouvait rejoindre le Gier qu'à un point peu propice à l'établissement du grand bassin que nous avons décrit plus haut.

« Il ne faut pas oublier que l'ingénieur était déjà fixé sur l'emploi des grands siphons pour la conduite des eaux, car le projet seul d'amener les eaux à Fourvière était impossible sans cette ressource; il fut donc amené à en faire une première application dans la vallée de Chagnon. Il pouvait ainsi baisser de 6 mètres sur la rive droite du Chagnon le niveau de l'aqueduc, diminuer son développement dans les vallons de Langonan et de Janon qu'il passait près de l'entrée, et au prix d'un très petit souterrain sous la colline d'Izieux, établir son bassin de retenue et sa prise à un point que la nature même semblait avoir disposé à cet effet; il était bien obligé, il est vrai, à construire une rigole pour amener au canal principal les eaux des affluents principaux du Chagnon; mais cette rigole, par suite de l'abaissement du canal principal, avait moins de longueur que dans le projet primitif. Le siphon de Saint-Genis n'avait du reste en lui-même rien d'effrayant, il n'avait pas tout à fait 900 mètres de développement; la charge maximum n'était que de 82 mètres; le pont à siphons était un ouvrage de peu d'importance; les réservoirs de chasse et de fuite reposaient directement sur le sol naturel, et ne comportaient pas de grandes substructions comme les siphons de Soucieu et de Beaunant; le point était par conséquent admirablement choisi pour expérimenter le mouvement de l'eau dans les tuyaux, et pour calculer sur des bases positives la disposition des deux ouvrages immenses dont la construction devait être la préoccupation constante de l'ingénieur. Ainsi, moitié considération d'économie, de convenance pour la prise, moitié désir de constater, par une épreuve faite sur une certaine échelle, les phénomènes dont il devait plus loin faire un si grand usage, l'ingénieur se décida à abandonner les tranchées déjà faites dans le rocher, et les abandonna sans retour, sans penser à les faire servir comme canal de garde, usage auquel leur disposition les rendait du reste tout à fait impropres. »

Reconnaissons d'abord l'authenticité du fait sur lequel s'appuie tout ce long raisonnement. Cette tranchée supérieure existe en

effet. Mais les déductions de M. de Gasparin manquent de rigueur et les détails du fait sont inexacts : l'observation les contredit.

Et d'abord pourquoi l'ingénieur ne s'est-il pas avisé plus tôt de l'avantage qu'il y avait à établir le siphon, puisque la nature semblait avoir disposé d'elle-même l'endroit de la prise d'eau, puisque ce siphon supprimait tant de détours gênants et offrait une si bonne occasion d'expérimenter le principe? Pourquoi cet ingénieur a-t-il attendu, pour être *effrayé* de la longueur du circuit, que la tranchée fût creusée en entier? Comment cet homme à l'esprit ainsi frappé a-t-il pu « ne rien trouver d'effrayant » à un siphon de 82 mètres de charge, en regard de celui de Soucieu qui ne devait en donner que 10 mètres de plus, et a-t-il pu considérer comme « un ouvrage de peu d'importance » un pont qui allait avoir 15 arches et 20 mètres de haut?[1] Pour un travail d'essai, il faut avouer que cela n'était pas d'une élémentaire simplicité.

Mais il y a des erreurs matérielles à relever dans le raisonnement de Gasparin : erreur sur la prétendue « rigole », qui est en réalité le canal achevé XABCY (Pl. II et fig. 82 ci-contre); erreur sur la pente de ce canal : j'ai déjà relevé ces inexactitudes[2]; erreur sur la pente de la tranchée supérieure : « Ce développement, dit-il, faisait perdre 12 mètres de hauteur, tandis qu'un siphon ne faisait perdre que 6 mètres. » Or, j'ai constaté que sur les deux rives de la Durèze et le long de ses affluents, cette tranchée supérieure restait constamment parallèle au canal achevé XABCY. Donc, non seulement elle ne fait pas plus perdre qu'elle ne fait gagner, mais elle ne va pas se raccorder à Saint-Genis avec le tracé de

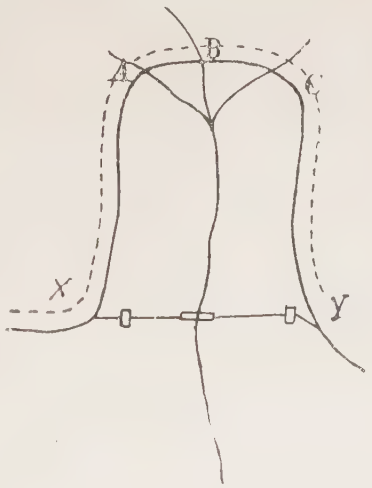


Fig. 82. — Siphon et contour de Chagnon.

1. Remarquons que pour le canal remontant la vallée, à l'effet de recueillir l'eau des rivières, il n'y a besoin d'aucun ouvrage considérable, les traversées ne se faisant dans ce cas que lorsque le canal arrivait presque au niveau du lit de ces cours d'eau.

2 V. ci-dessus, p 107.

l'aqueduc, qui « entre Lyon et Saint-Genis ne pouvait pas varier ». Si ce raccord existait, on la verrait se rapprocher progressivement du contour X A B C Y qui se relie aux niveaux des deux réservoirs. Elle ne représente donc, ni un tracé primitif hypothétique, ni un tracé quelconque rejoignant l'aqueduc.

Qu'est-ce donc dès lors que cette tranchée? Il est plus facile de dire ce qu'elle n'est pas que de préciser ce qu'elle est. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'elle suit strictement, avec une différence de niveau constante de 7 à 8 mètres, le tracé de l'aqueduc, soit dans la partie qui précède le réservoir de chasse et dont la pente normale est de $0^{m},0008$, soit le long du parcours X A B C Y dont la pente est d'environ 0,00025. Cela posé, il y a évidemment un rapport de dépendance qui la lie à ce tracé. Elle a pu être un fossé marquant la zone de protection réglementaire le long de l'aqueduc, conformément à l'inscription trouvée à Chagnon, qui fait mention d'un certain *spatium agri* réservé [1]. Cette tranchée a pu aussi jouer le rôle de sentier de service. Elle a pu être un essai de nivellement préparatoire. L'hypothèse de la garantie contre les eaux n'a guère de valeur, en effet, comme le pense Gasparin [2], si l'on parle d'une protection permanente; mais elle n'est pas à rejeter s'il s'est agi de se garantir contre les venues d'eau pendant la construction. Cette rigole ne pouvait-elle pas servir aussi à détourner quelques ruisseaux pour amener l'eau nécessaire au chantier ? Sans s'illusionner sur la valeur de ces hypothèses diverses, on peut dire qu'elles ont sur celle de Gasparin l'avantage de ne pas servir de base à toute une théorie sur la construction de l'aqueduc et de n'être pas directement contredites par les faits.

Je reste donc convaincu que l'aqueduc du Gier a été une œuvre mûrement étudiée d'avance, avec son point de départ et son point d'arrivée fixés dès le début, et que le siphon de Saint-

1. Si l'on demande pourquoi dans ce cas il n'y a pas un deuxième fossé symétrique au-dessous de l'aqueduc, on peut répondre qu'une zone inférieure de garantie était inutile, des plantations et des travaux de culture, dans un terrain si incliné, ne pouvant guère, au-dessous du canal, détériorer celui-ci, et au-dessus risquant au contraire de lui être si nuisible, qu'un fossé limite était presque nécessaire.

2. Mais les arguments qu'il donne ne sont pas également bons. Il suppose que le canal supérieur a des passages souterrains comme l'aqueduc définitif; or, on n'aperçoit jamais qu'une tranchée; encore n'est-elle pas aussi continue qu'il le dit; elle se réduit la plupart du temps à une simple entaille verticale du rocher.

Genis a fait partie, comme les trois autres, du tracé primitif, qui n'a pas été modifié.

Mode de calcul probable des divers éléments. — Nous ne pouvons savoir exactement de quelle manière les anciens calculaient les divers éléments qui constituaient leurs siphons, à savoir la dénivellation nécessaire, puis le nombre et la section des tuyaux. Une relation existe entre ces éléments et le débit, en tenant compte aussi de la longueur de la conduite. Nous exprimons cette relation par des formules algébriques diverses où figurent les variables *débit, vitesse, section et perte de charge*. Les anciens, à qui cette relation n'était pas inconnue en pratique, ne pouvaient l'exprimer de la même façon. Mais il faut observer que nos formules usuelles, quel que soit leur aspect de rigueur mathématique, ont été, pour une part tout au moins, déterminées empiriquement. Par l'expérience aussi, les constructeurs de jadis avaient dû arriver à construire des tables leur donnant la valeur relative de chaque terme pour une série de variation des autres. Le débit était une quantité connue d'avance, mais qui, dans le fonctionnement, dépendait de la section et de la vitesse, inconnues du problème ; la dénivellation, tantôt était imposée par la nature du terrain, tantôt était un élément à calculer. La combinaison pratique, obtenue d'après les tables, entre ces divers termes, a déterminé les différences que nous trouvons, à l'aqueduc du Gier par exemple, en passant d'un siphon à l'autre.

Abaissement du niveau après chaque siphon. Eléments divers. — Les dénivellations entre les extrémités de chacun étaient :

Au siphon de Cotte-Chally (?)	2^m	»
— d'Ecully	20^m	»
— de Craponne (1re section)	5^m	»
— — (2e —)	35^m	»
— de Grange-Blanche	18^m	»
— de Saint-Genis	$5^m,842$	
— de Soucieu	$8^m,844$	
— de Beaunant	$9^m,263$	
— de Saint-Irénée	$1^m,60$	

Quant aux diamètres et au nombre des tuyaux, si nous sommes fixés pour l'aqueduc du Gier, nous devons nous borner à des conjectures pour les autres. Rien à dire pour l'aqueduc du Mont-d'Or, puisque rien ne subsiste ni des réservoirs ni des ponts-siphons. Pour le siphon de La Brévenne, à Grange-Blanche, nous avons quelque chose : la largeur du pont, $8^{m},75$, et celle du rampant des Massues, qui est de $6^{m},30$. Ces dimensions rappellent fort celles des ponts et rampants de l'aqueduc du Gier, et laissent très vraisemblablement supposer des conditions analogues aussi pour les tuyaux, comme nombre et comme diamètres.

Les rampants du réservoir de Craponne n'avaient pas plus de $4^{m},50$ de largeur. En donnant aux murs du réservoir une épaisseur minima de $0^{m},50$, celui-ci n'avait donc que $3^{m},50$ de largeur dans œuvre, ce qui indique un nombre de tuyaux moindre qu'aux autres aqueducs, à diamètre égal. De toute façon, le débit était moindre qu'à La Brévenne et au Gier, d'après cette constatation.

J'ai suffisamment indiqué, en décrivant le tracé de l'aqueduc de Craponne, la raison d'être du réservoir des tourillons, qui servait de ventouse et supprimait ainsi toute chance de rupture dans la conduite qu'il interrompait [1]. A propos de ces précautions prises par les Romains pour éviter les points hauts sur le parcours des siphons, il est bon de signaler ici une observation faite par Flacheron, aux tabliers des divers ponts-siphons. Sensiblement horizontaux, comme le veut le principe du *center* de Vitruve, ils ont leur extrémité aval très légèrement plus haute que l'extrémité amont, ce qui s'explique très bien. Si le tablier eût été horizontal, l'air eût pu rester stagnant et se loger dans les plus légers bombements de la conduite. Avec cette disposition, au contraire, il tend naturellement à s'en aller toujours vers l'aval, donc à s'échapper du siphon.

Signalons encore la fenêtre percée à chaque réservoir de chasse dans un des murs latéraux, à $1^{m},30$ environ au-dessus du radier; cette fenêtre servait de déversoir en cas de venue d'eau trop abondante. Il est probable qu'un tuyau s'adaptait à cette ouverture et déversait l'eau de trop-plein dans une rigole par où elle s'écoulait vers la rivière.

1. V. ci-dessus, p. 72 suiv.

On ne voit pas la trace des vannes qui devaient commander les orifices des tuyaux, à l'amont comme à l'aval. Il est possible que des robinets fussent adaptés à ces tuyaux mêmes, en dehors de la muraille, au sommet du rampant.

Soutien des tuyaux de plomb. — Reste la question du soutien des tuyaux de plomb le long de leur parcours. Une chose certaine, c'est qu'ils ne circulaient pas dans une galerie, car elle se serait conservée, au moins en partie, comme se sont conservés les canaux. On ne peut guère admettre non plus l'hypothèse de massifs continus de maçonnerie ou de béton, dont les traces, de même, n'auraient pas disparu complètement. L'enquête à laquelle je me suis livré auprès des propriétaires et cultivateurs du sol aux endroits où passaient jadis ces tuyaux m'a porté à croire que, depuis longtemps, tout vestige de plomb[1] ou de maçonnerie avait disparu. L'obstination d'un propriétaire peu obligeant s'est opposée à une fouille que je me proposais de faire au-dessous du réservoir de chasse de Beaunant. J'ai été mieux servi par les circonstances qui ont déterminé, il y a un an à peine, la construction d'une nouvelle route de Rive-de-Gier à Chagnon. Elle passe précisément entre le réservoir de chasse et le pont-siphon de Saint-Genis. Si une substruction quelconque, continue, avait supporté les tuyaux de plomb, la tranchée de cette route, qui crée un talus de 5 à 6 mètres de haut, aurait coupé le massif, ou en aurait du moins révélé quelque trace. Je n'en ai vu aucune, et les ouvriers m'ont affirmé n'avoir rien rencontré de ce genre sous leurs outils. Quant au plomb, précisément à propos de ce siphon, Gasparin cite une légende curieuse[2] : « Une tradition que nous avons recueillie dans le village de Saint-Genis-Terrenoire nous apprend qu'il y a deux siècles environ, on trouva justement sur la ligne que devaient occuper les siphons une mine de plomb métallique, mais par malheur bientôt épuisée. Les traditions ont peu de valeur historique en général ; mais la fable de la mine de plomb, venant des mêmes personnes qui considèrent le réservoir de chasse comme une batterie sarrasine, revêt un caractère particulier, et nous ne

1. Il faut en excepter les découvertes signalées plus haut, sur l'emplacement du siphon de Craponne (V. p. 78 et 197).

2. *Ouv. cité*, p. 12.

craignons pas de nous aventurer en supposant que les parties des siphons faciles à enlever ont été détruites les premières, et que les parties noyées à une certaine profondeur dans le sol, sur le versant septentrional du Chagnon, ont pu être conservées plus ou moins altérées jusqu'au commencement du XVII[e] siècle. »

D'après Delorme, le massif continu de maçonnerie aurait existé sous les tuyaux; il en donne pour preuve un reste trouvé sur le coteau du Garon où le siphon de Soucieu remonte vers Chaponost [1]. L'épaisseur de ce massif aurait été de trois pieds. Flacheron dit aussi avoir trouvé quelques légères traces. Mais ces constatations ne prouvent pas la continuité du support. Ce qui est, au contraire, très vraisemblable, c'est que les tubes étaient soutenus, de distance en distance seulement, par un petit massif, une butée, qui soutenait les joints, tous les trois ou quatre mètres — les dix pieds de Vitruve — ou davantage. C'est d'ailleurs, exactement, le système pratiqué de nos jours pour les tubes de fonte des siphons, qui, simplement enfouis dans la terre, rencontrent, partout où la pente est supérieure à 35 centimètres par mètre, une butée, ou *sabot*, tous les vingt mètres environ, soit de cinq tuyaux en cinq tuyaux. Les petits massifs de soutien ont bien plus facilement disparu que des massifs continus, car, sans parler de leur faible étendue, ils pouvaient être entamés de tous les côtés. D'ailleurs, les tuyaux étaient sans doute enterrés très peu profondément, en général. Tout explique donc la rareté des vestiges.

1. *Ouv. cité*, p. 48.

CHAPITRE IV

CONSTRUCTION

La description du tracé des divers aqueducs étudiés ici a déjà fait connaître la nature des ouvrages maçonnés qu'ils comportaient et, sommairement, les procédés de construction usités. Il importe à présent d'étudier la structure intime de ces divers genres d'ouvrages, le genre et la qualité des matériaux employés, leur provenance, leur préparation, leur mode d'emploi, leur proportion relative dans chaque variété d'ouvrages ; la raison d'être de chaque procédé, sa mise en œuvre et ses résultats. Nous aurons à voir en même temps dans quelle mesure ces méthodes de construction diffèrent de nos méthodes modernes ; dans quelle mesure aussi elles sont en conformité avec ce que nous apprennent, sur les travaux antiques du même genre, soit les textes, soit les autres spécimens, à Rome et dans les autres provinces de l'empire romain ; enfin comment ces méthodes se transforment de l'un à l'autre de nos quatre aqueducs, tout en se rattachant aux lois communes suivies dans la construction romaine.

Un aqueduc est généralement, sur la plus grande partie de son parcours, enfoncé sous terre, et ne fait saillie par une construction extérieure que lorsqu'il doit franchir des vallées ou des dépressions de terrain, au lieu de les contourner. De là deux catégories d'ouvrages : les ouvrages souterrains et les ouvrages apparents. Mais dans les premiers il faut distinguer les constructions en tranchées recouvertes et les souterrains proprement dits ou tunnels ; dans les seconds, les constructions en massifs pleins,

que l'on désigne plus particulièrement par le terme de *substructions*, et les constructions sur arcades (*ponts-aqueducs et ponts-siphons*). Souterrains ou apparents, ces ouvrages comportent un travail de maçonnerie commun qui est la confection du canal lui-même, de ses parois et de sa voûte ; mais en outre, les uns exigent des travaux de terrassement et de mine, les autres des opérations plus délicates et plus savantes que le simple établissement de la conduite, et font appel à la conception artistique de l'architecte et à la main de l'appareilleur habile : aussi les appelle-t-on plus spécialement les *ouvrages d'art*. On peut comprendre aussi parmi ces derniers les réservoirs et les bassins de tout genre.

§ I. — **Constructions apparentes**.

Système romain des maçonneries concrètes. — Tous les ouvrages d'art que l'on peut voir encore sur le parcours des aqueducs de Lyon présentent les caractères essentiels par lesquels s'est affirmée et distinguée l'architecture romaine, surtout à partir du dernier siècle de la République. Rude et rigide autrefois, continuatrice de l'art cyclopéen des Etrusques avec ses gros blocs monolithes amoncelés sans ciment, cette architecture s'était plus tard, tout en gardant sa force imposante, merveilleusement assouplie, grâce à l'application d'un principe jusque-là peu usité. Ce principe, dont le développement procéda de la tendance essentiellement pratique et économe du génie romain, consista dans l'agglomération de petits matériaux par le mortier, de façon à constituer des blocs compacts, moulés à la forme voulue sous l'écorce des parements. Ainsi la construction par voûtes, auparavant uniforme, difficile et coûteuse, put désormais s'exécuter aisément, adopter des profils hardis, multiples et complexes : de là naquit pour l'art architectural une immense variété de ressources qui depuis vingt siècles n'est pas encore épuisée.

Ce n'est pas que les Romains eussent renoncé tout à fait dans leurs constructions d'aqueducs comme dans les autres ouvrages,

au système des larges assises occupant toute l'épaisseur des murailles ou des piliers. Quand ils avaient à leur disposition, comme aux alentours de Rome, de la pierre facile à découper en gros blocs, ils continuaient de l'employer à dessein pour laisser à leurs monuments le caractère de force géante qui défie les

Fig. 83. — Arcades de l'aqueduc Claudia. Structure en grand appareil.

assauts des hommes et du temps (fig. 83). C'est ainsi, pour nous en tenir aux aqueducs, que l'aqueduc de Claude (*Aqua Claudia*) ne diffère que bien peu par la structure de ses arcades et de ses piliers, là où celle-ci n'a pas été transformée, des constructions primitives de l'Anio vetus, de l'Appia et de la Marcia ; il en est

Fig. 84. — Aqueduc de Constantine, vue extraite de l'ouvrage de M. Gsell *(Monuments antiques de l'Algérie)*.

Fig. 85.— Aqueduc Claudia. Blocs constituant les piles.

Fig. 86. — Aqueduc d'Oudna (Tunisie).

Fig. 87. — Pont de l'oued Gatoussi. Aqueduc de Dougga (Tunisie).

de même de certains aqueducs des provinces, encore plus récents, tels que, parmi bien d'autres, l'aqueduc de Dougga en Tunisie, où l'on admire le beau pont, tout en blocs massifs, de l'oued Gatoussi (fig. 87). Mais souvent aussi, quand cet appareil de gros blocs était usité, il enfermait, comme les autres parements, un blocage de mortier et de petits matériaux : l'aqueduc de Constantine (fig. 84) en offre un exemple ; ou bien la partie supérieure de l'ouvrage, au-dessus des piliers, présentait un mince appareil de briques ou de moellons derrière lequel se tassait le blocage. Telles sont les parois des aqueducs *Tepula* et *Julia* au-dessus de l'eau *Marcia*, celles de l'*Anio novus* au-dessus de l'eau *Claudia*, ou les arceaux de l'aqueduc d'*Oudna*, en Tunisie (fig. 86).

Classement des divers types de maçonneries romaines. — Les renseignements que donne Vitruve (II, 8) sur les divers genres de maçonnerie montrent assez que l'emploi du mortier formant avec les petits matériaux le noyau des massifs était devenu à son époque le procédé habituel. Bien qu'il annonce dans la préface de ce II[e] livre un aperçu historique de l'art de bâtir [1], il abandonne vite cet intéressant projet pour parler de la confection des briques, puis des divers éléments qui composent le mortier ; il s'étend longuement sur la construction en moellons (*caementitiae structurae*), et mentionne par son nom seul (*quadrati lapides*) la structure à gros blocs prismatiques.

Le système de maçonnerie qu'il indique en première ligne comme étant le plus répandu à son époque est précisément le système réticulé, que nous voyons appliqué aux aqueducs de Lyon. Il énumère ensuite, tout en donnant des indications pratiques sur l'emploi du mortier et son union avec la pierre, les divers genres d'appareils et leurs modes de liaison, soit entre les pierres des parements, soit avec la masse interne. Perrault a fait remarquer justement que l'ordre de cette énumération n'est

1. « Namque hic liber non profitetur unde architectura nascatur, sed unde origines aedificiorum sint institutae, et quibus rationibus enutritae et progressae sint gradatim ad hanc finitionem. »

guère rationnel[1] ; il faut même avouer qu'il n'y a rien de plus confus qu'un pareil exposé. On peut y utiliser quelques définitions, quelques indications de procédés, quelques remarques. Mais il serait impossible d'en extraire un classement méthodique sans les exemples que donnent les monuments eux-mêmes. L'essai suivant d'un tableau résumé nous permettra de reconnaître la place que les maçonneries de nos aqueducs de Lyon occupent dans la série et d'en préciser le caractère par comparaison.

A. *Suivant les dimensions des éléments*, on peut distinguer :

1° La structure en *grand appareil*, formé de blocs taillés ayant généralement $0^m,60$ et plus de hauteur d'assise, avec $0^m,60$, $0^m,90$, jusqu'à $1^m,50$ de longueur en parement, et souvent autant de queue. Mais ces dimensions, surtout quand les blocs formaient *parpaings*, c'est-à-dire occupaient toute l'épaisseur du massif,

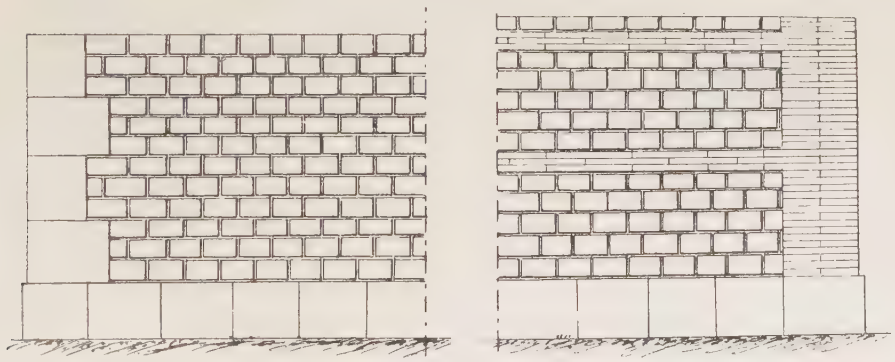


Fig. 88. — Structure en moyen appareil.

pouvaient être bien plus considérables : c'est ainsi qu'à Nîmes on a mesuré aux arènes des pierres de taille énormes, atteignant six mètres de longueur. Les joints et les lits, soigneusement dressés,

1. « Vitruve parle en ce chapitre de plusieurs espèces de maçonneries dont on peut classer les différences avec plus de méthode qu'il n'a fait : car les deux premières sortes de maçonnerie qu'il établit au commencement comme les deux genres qui doivent avoir sous eux plusieurs espèces ne sont que deux espèces des trois qui sont comprises sous le premier genre, ce qu'il était fort aisé de comprendre quand on a lu tout le chapitre dans lequel il est parlé de sept espèces de maçonneries, qui se rapportent à trois genres, dont l'un est la maçonnerie qui est de pierres taillées et polies, l'autre la maçonnerie de pierres brutes et la troisième la maçonnerie composée de deux espèces de pierres. » (Note de Perrault en tête du chapitre II.)

ne comportent aucune liaison de mortier ; mais il n'est pas rare que les pierres soient cramponnées les unes aux autres par des agrafes en fer avec scellements en plomb. C'étaient en général de simples lames, ou des doubles T, ou des goujons en forme de queue d'aronde, qui constituaient ces liaisons ; plus rarement, elles se réduisaient à de minces plaques de plomb. Les parements forment presque toujours un bossage, régulier ou irrégulier, souvent avec ciselure plus ou moins large le long des arêtes (fig. 89).

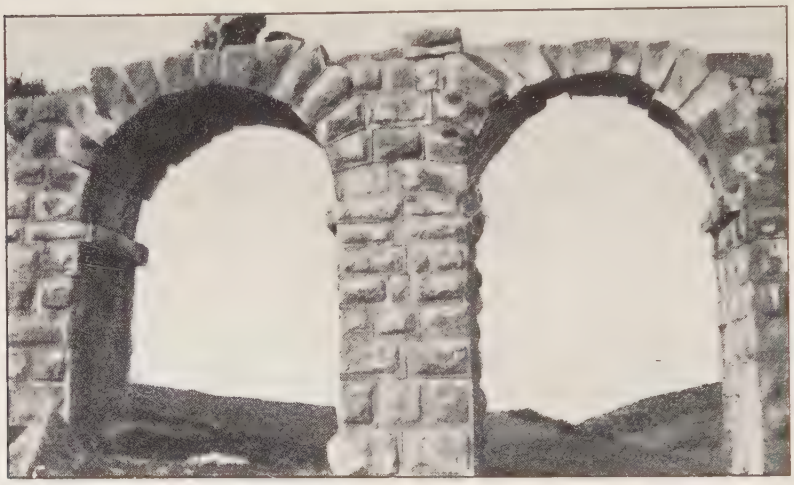


Fig. 89. — Pont de l'oued Gatoussi (v. fig. 87). Aspect des bossages.

2° La structure en *moyen appareil*, ayant en général comme plus grande dimension apparente pour chaque pierre $0^{m},20$ à $0^{m},30$. Aux parements, les assises, toujours horizontales, les joints, toujours verticaux, étaient particulièrement soignés (fig. 88).

3° La structure en *petit appareil*, quand les éléments ne dépassaient pas $0^{m},20$ pour leur plus grande dimension apparente.

B. *Suivant la figure représentée en parement*, on peut distinguer :

1° Les maçonneries montées par *assises horizontales*, comprenant :

a) Celle qui se compose d'*assises réglées et égales*. On appelait

ce parement *opus quadratum*, s'il était en grand ou moyen appareil; *opus latericium*, s'il s'agissait d'une construction en briques. On réservait le nom d'*isodomum* (ἰσόδομον, — c'était un

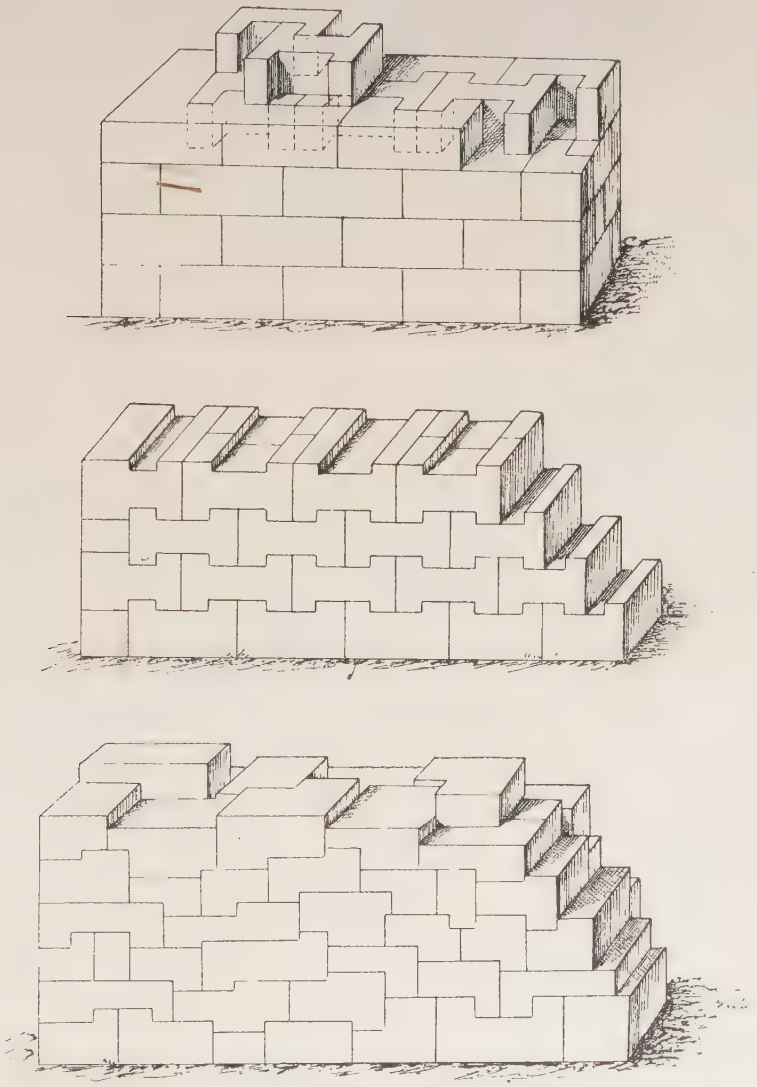


Fig. 90. — Opus revinctum.

système grec) à une maçonnerie de ce genre, en petit appareil, les assises tenant toute l'épaisseur du mur, chacune reposant ou non sur une couche de mortier, les pierres étant d'égale dimension et

chevauchant l'une sur l'autre alternativement, c'est-à-dire le milieu d'une pierre reposant sur le joint des deux autres [1].

b) La structure avec *assises réglées, mais inégales* [2]. Quand ces assises inégales étaient disposées sur toute l'épaisseur du mur, c'était le système grec *pseudisodomum* (ψευδισόδομον).

2° Les maçonneries formées de *lits horizontaux, mais sans assises continues.* C'était l'*opus revinctum*, souvent avec enchevêtrement en lignes brisées des lits et des joints (fig. 90).

3° Les maçonneries disposées par rangées régulières, mais avec *lits et joints obliques.* On y distingue :

a) L'*opus reticulatum*, formé de petits éléments à base carrée en parement, mais disposés en diagonale, de façon à donner l'apparence d'un tissu à mailles, d'un réseau (fig. 91).

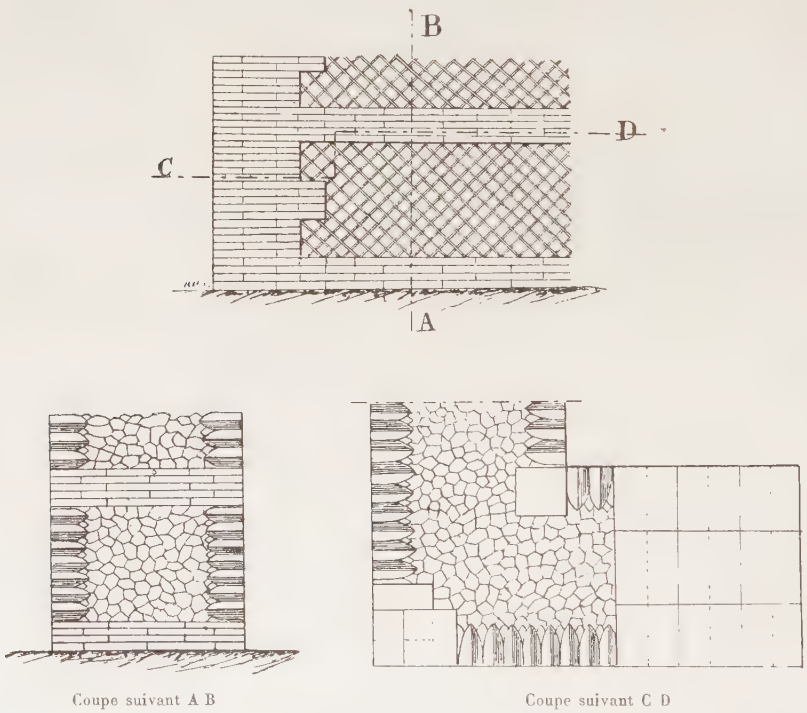


Fig. 91. — Opus reticulatum (comportant toujours le blocage intérieur).

1. « Alligant (Graeci) eorum alternis coriis coagmenta. » (Vitr. II, 8, 47.) — « Struunt veluti latericios parietes. » (Pline, XXXI, 51.)

2. « Cum impares et inaequales ordines coriorum diriguntur. » (Vitr., *ibid.*)

b) L'*opus spicatum,* formé de petits éléments taillés ou non, disposés en feuilles de fougère ou en arêtes de poissons. (fig. 92).

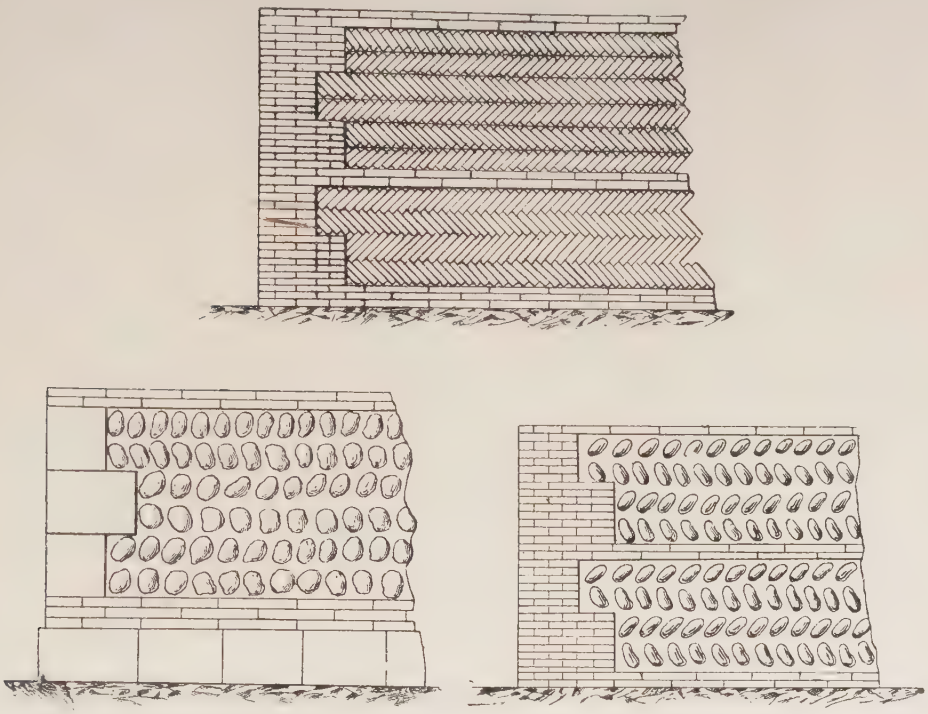


Fig. 92. — Opus spicatum.

4° La maçonnerie à parements formés de moellons polygonaux, raccordés à lits et joints perdus. C'est l'*opus incertum*, appelé *antiquum* par Vitruve (fig. 93).

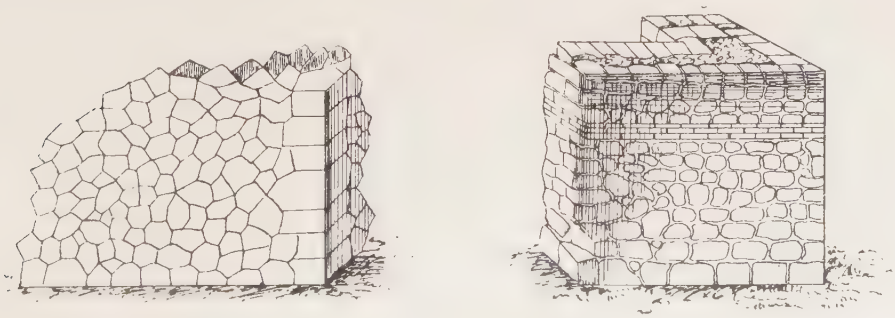


Fig. 93. — Opus incertum.

C. *Suivant la constitution interne du massif.*

1° La maçonnerie constituée par assises successives allant d'un parement à l'autre. Dans ce système rentrent l'*isodomum* et le *pseudisodomum* des Grecs, et aussi leur procédé par pierres dites διάτονοι, c'est-à-dire *parpaings*, disposées une à une[1] (*singuli*), c'est-à-dire isolément, par intervalles.

2° La maçonnerie avec blocage intérieur, διάμικτον[2] ou ἔμπλεκτον[3] (*diamicton*, *emplecton*). Bien que les Grecs l'aient employé, puisqu'ils l'ont nommé[4], ce mode n'a été pratiqué en grand, comme il a été dit plus haut, que par les Romains. Il s'exécutait en établissant à l'intérieur des parements des couches alternées de pierres brutes et de mortier[5]. C'est ainsi que le décrit Vitruve et qu'on le constate dans les constructions romaines encore debout.

La structure des ouvrages apparents de nos aqueducs se range : 1° dans la catégorie des constructions en petit appareil; 2° dans celle des assises horizontales réglées et égales, aux trois premiers aqueducs, et dans celle de l'*opus reticulatum* à l'aqueduc du Gier; 3° dans celle du système *diamicton* ou *emplecton*, soit du blocage intérieur.

De tous les parements usités dans la construction proprement romaine, les deux seuls dont les éléments fussent joints par des interstices de mortier étaient l'*opus spicatum* et l'*opus incertum;* et cela non pas même dans tous les cas, car on trouvait souvent le moyen de s'en passer en garnissant avec de petits éclats de pierres les vides laissés entre les galets du *spicatum* ou les moellons de l'*incertum*. C'est que les anciens se faisaient, comme le remarque M. Choisy, une autre idée que nous du rôle joué par le mortier

1. « Praeterea interponunt singulos crassitudine perpetua utraque parte frontatos, quos διατόνους appellant, qui maxime religando confirmant parietum soliditatem. » (Vitruve, II, 8, 48.)

2. « Medios parietes farcire fractis caementis, diamicton vocant. » (Pline, XXXVI, 51.

3 « Altera est, quam ἔμπλεκτον appellant, qua etiam nostri rustici utuntur. Quorum frontes poliuntur, reliqua ita uti sunt nata cum materia conlocata alternis alligant coagmentis. » (Vitruve, II, 8, 48.)

4. D'après Vitruve, ce serait un système qu'ils auraient même rejeté : « Graeci vero non ita, sed plena conlocantes et longitudines eorum alternis in crassitudinem instruentes, non media farciunt sed e suis frontibus perpetuam et unam crassitudinem parietum consolidant. » (II, 8, 48.)

5. V. note 3 ci-dessus, la phrase citée, que je traduis : « Les parements étant polis, le reste est formé de pierres brutes qu'on dispose par couches alternées avec du mortier qui les relie. »

dans les constructions. « C'était pour eux une matière d'agrégation, rien de plus ; jamais ils ne songèrent à l'utiliser pour transmettre ou régulariser les pressions entre les pierres. En l'adoptant dans leurs constructions concrètes, ils ne lui assignaient qu'une seule fonction, celle d'une sorte de gangue plastique, propre à réunir les cailloux en une agglomération artificielle [1]. »

Les deux procédés de blocage intérieur. — Il est donc intéressant de savoir avec exactitude, non seulement la manière de constituer le noyau de pierres brutes et de mortier, mais encore la façon dont s'élevaient les parements et se liait tout l'ensemble.

M. Choisy [2] a distingué très clairement deux procédés : l'un *par compression*, quand le blocage devait être enfermé entre des parements en forte pierre de taille, ou bien dans le cas de fondations entre les parois à pic d'une tranchée creusée dans la roche, cette tranchée formant elle-même le moule résistant voulu. Sur une couche de mortier d'au moins 10 à 15 centimètres on répandait à la pelle un amas de cailloux d'une épaisseur à peu près égale à la première, et on le soumettait à un battage qui l'enfonçait dans le bain de mortier, de façon à faire pénétrer celui-ci dans tous les interstices. On renouvelait la pose de ces couches alternées et l'opération de battage, jusqu'à ce que la hauteur de l'agglomération eût atteint le niveau d'une assise du parement ; alors, on étendait sur sa surface de la poussière provenant de la taille des pierres ; par un énergique pilonnage, on comprimait fortement toute la masse en égalisant la surface, et l'on commençait une nouvelle série de tassements jusqu'à la hauteur de l'assise suivante, après avoir élevé celle-ci. Dans le cas des fondations au rocher, on opérait de même, sauf les phases marquées par la distinction des assises, que le rocher remplaçait [3].

L'autre procédé, *sans compression*, beaucoup plus répandu, parce qu'il s'appliquait aux cas, bien plus fréquents, des parements

1. Choisy, *ouvr. cité*, p. 115.
2. *Ibid.*, p. 13.
3. Il est bon de faire remarquer que ce procédé diffère essentiellement du bétonnage, en ce sens que le béton, mélange de cailloux et de mortier, se confectionne d'avance, et qu'on l'étend tout fait dans les fouilles, quitte à le pilonner aussi ensuite.

de moyen et de petit appareil, ne différait pas essentiellement de celui que nous pratiquons aujourd'hui pour nos blocages en moellons bruts, à part l'épaisseur un peu plus forte des lits de mortier et l'emploi de matériaux plus petits, dans la construction antique.

Construction des piles aux ponts-aqueducs de Lyon. 1° Avec parement de petites assises horizontales. — Représentons-nous, d'après ce système, l'édification d'une pile d'un de nos ponts-aqueducs, d'abord d'un de ceux dont le parement était à petites assises horizontales. Celles-ci se composaient de moellons prismatiques rectangulaires, à faces très régulières et à vives arêtes vers la tête, mais amincis et déformés en queue. La face extérieure, ou rigoureusement taillée, ou simplement épincée, avait $0^m,15$ à $0^m,20$ sur $0^m,08$ à $0^m,10$, et la longueur du moellon était de $0^m,25$ à $0^m,30$. La pierre était posée à plat, sans liaison de mortier, comme il a été dit. Le massif de fondation étant déjà établi, on commençait, un peu au-dessous du niveau du sol, à dresser le parement sur tout le pourtour jusqu'à ce que son niveau eût atteint, hors de terre, une hauteur de trois à quatre pieds ou un peu plus, soit de 1 mètre à $1^m,50$.

Il est évident qu'en opérant alors le blocage interne par compression, on aurait immédiatement fait éclater les parois, à moins d'entourer ceux-ci d'un encaissement en charpente. Mais jamais les Romains, naturellement disposés aux solutions pratiques, n'auraient eu l'idée de compliquer ainsi le travail[1]. On étendait donc au fond de l'alvéole une couche de mortier de 3 à 4 centimètres au plus, par-dessus laquelle on posait à la main les cailloux en les enfonçant; cette assise était à son tour surmontée d'une nouvelle couche de mortier, et ainsi de suite

1. Le procédé de construction par coffrage était cependant appliqué par les Romains quelquefois, au moins pour les murailles en *pisé*. « Que les Romains aient connu et pratiqué la bâtisse par encaissement, cela ne semble donner lieu à aucun doute, et entre autres textes très formels, un passage de Varron (*de Re rust.*, liv. I, 14) montre qu'ils en ont fait usage au moins pour des clôtures en terre établies sans emploi de chaux, et qui ne pouvaient s'exécuter que par moulage. Peut-être ont-ils étendu, dans certains cas, ce procédé aux travaux de maçonnerie proprement dits, mais, nulle part, je n'en ai constaté l'application d'une manière assurée; et si la maçonnerie par encaissement fut employée chez les Romains, je voudrais du moins établir qu'elle ne prit jamais dans l'antiquité le caractère d'une méthode générale. » (A. Choisy, *ouv. cité*, p. 22.) — Les indications de Delorme (p. 42) et de Gasparin (p. 36) sur le procédé par encaissement, qui aurait été employé aux aqueducs de Lyon, sont tout à fait erronées.

jusqu'à ce qu'on arrivât à la hauteur du parement. Après quoi on surélevait celui-ci, à moins que l'opération n'eût été faite déjà par une autre équipe pendant que le blocage s'établissait, auquel cas le travail se poursuivait sans interruption. Nous verrons tout à l'heure comment cette continuité pouvait être obtenue.

M. Choisy a noté avec exactitude la différence d'aspect qui permet de reconnaître les deux sortes de blocage. Tandis qu'aux tombeaux de la voie Appienne, par exemple, où a été appliqué le mode par compression, « on trouve les fragments de pierres disposés sous les orientations les plus variables, indifféremment

Fig. 94. — Piles de Chaponost. Aspect d'un blocage intérieur.

en délit ou sur lit de carrière et que le seul ordre régnant dans la masse résulte de la distribution des pierrailles en grandes traînées horizontales séparées les unes des autres par des dépôts de mortier », dans la maçonnerie commune, au contraire, « tous les fragments sont posés à plat ou sur lit de carrière, et si parfois des tuileaux ou des débris de poterie sont employés à la place des éclats de pierres, l'orientation de leurs faces suivant des plans horizontaux se manifeste toujours avec une entière évidence ». Les très nombreuses sections de piliers d'aqueducs que j'ai pu voir m'ont permis de vérifier ces caractères sans aucune exception (fig. 94).

2° **Parements réticulés**. — Les parements réticulés sont constitués par des moellons prismatiques carrés de $0^m,10$ environ avec $0^m,20$ de queue, posés en diagonale, en losanges, au lieu d'être posés à plat ; ils sont taillés sur les côtés, ainsi que sur la face antérieure et effilés vers le bout, exactement de la même façon que les moellons rectangulaires de l'appareil à petites assises horizontales. Ainsi, comme pour ce dernier, le mortier du blocage pénétrait entre les pointes intérieures du parement ; on y glissait aussi quelques cailloux, et le bloc une fois pris, le parement y semblait cloué (fig. 91).

Indépendamment de la forme et de la disposition des moellons, l'appareil réticulé se distingue de l'autre en ce qu'il doit forcément être encadré par des chaînes d'angle en briques ou pierres plates, le plus souvent carrées, ayant pour côté la longueur des moellons de parement, soit $0^m,20$ [1]. C'était là le défaut le plus grave de cet appareil, car les chaînes se liaient assez mal avec l'ensemble : il s'ensuit que les monuments construits en réticulé, même les mieux conservés, sont presque tous plus ou moins endommagés aux angles.

A tout prendre, ce parement, dont l'aspect flatte l'œil, offre par lui-même de moindres garanties de stabilité que les autres ; revêtement de parade plus que de soutien, il semble même qu'il soit retenu par le massif intérieur plus qu'il ne sert à le consolider. Aussi le voit-on rarement régner sans interruption sur toute la hauteur d'une façade un peu élevée : des chaînes horizontales de briques ou de pierres plates le divisent en zones : c'est ce que l'on remarque en particulier à toutes les piles de l'aqueduc du Gier. Dans le travail de la construction, à chaque nouvel arasement, c'est-à-dire à chaque fois que le blocage atteignait le niveau où s'était arrêtée l'élévation du parement, on établissait, avant de surélever celui-ci, une, deux, trois ou même quatre assises de très grandes briques carrées, de $0^m,63$ de face et $0^m,06$ d'épaisseur (fig. 91). Tandis que les cordons apparents

1. D'autres fois ce sont des pierres plus petites, faisant tête d'un côté de l'arête et queue de l'autre, et se raccordant avec les réseaux, si bien que ceux-ci semblent aller jusqu'au bout. D'autres fois encore, ces chaînes d'angle sont faites de plusieurs pierres plates ou briques, carrées ou rectangulaires, juxtaposées (fig. 91).

qu'elles dessinaient à l'extérieur des assises de briques [1] produisaient un agréable effet d'ornementation (fig. 95), elles divisaient les poussées, égalisaient les tassements, et empêchaient la disjonction des éléments par des fissures longitudinales. Elles recouvraient souvent la section entière du massif ; d'autres fois elles ne formaient qu'une ceinture qui, étant données les dimensions des briques, pénétrait bien en arrière du parement dans l'épaisseur du blocage et avait presque autant d'efficacité qu'un recouvrement complet pour empêcher la propagation des lézardes. Il ne semble pas y avoir eu de règle fixe pour la distance qui séparait ces cordons de briques successifs ; c'est même souvent fort irrégulier. La moyenne est de 1 mètre à 1m, 50; mais parfois l'intervalle s'étend jusqu'à 2 et 3 mètres, surtout dans le bas, car cet intervalle diminue souvent à mesure que la pile s'élève, ce qui est conforme à une bonne entente de l'effet esthétique à produire, et peut aussi se justifier en ce qui concerne les conditions de stabilité à obtenir [2].

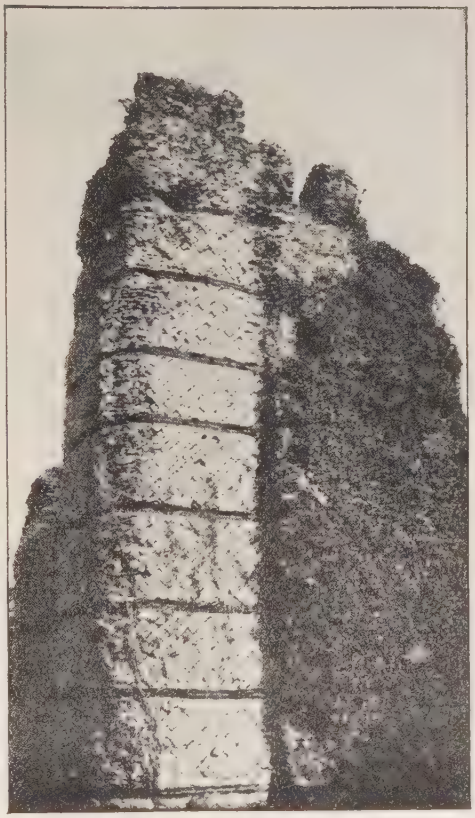


Fig. 95. — Siphon de Beaunant. Pile de support du réservoir de chasse, face arrière.

Ces ceintures de briques existent aussi, mais exceptionnellement,

1. A plusieurs ponts de l'aqueduc du Gier, les briques sont remplacées par des pierres plates, de même dimension, découpées dans le dur schiste micacé du pays. L'élégance du parement en est diminuée, mais la solidité de l'ouvrage n'y perd pas, au contraire.

2. La tendance à l'écartement semble devoir être plus grande, en effet, dans le haut que dans le bas.

et sans régularité (fig. 16), aux parements de petit appareil rectangulaire, plus solides, toutes choses égales d'ailleurs, que les parements réticulés, grâce à l'assiette stable que leur donne l'horizontalité des assises.

Bien que les aqueducs de Lyon ne présentent aucun ouvrage appareillé en briques (*opus latericium*), cet appareil est si fréquent dans les constructions romaines, et aux aqueducs en particulier, qu'il est bon d'en dire un mot. Encore mieux aménagé que le système des petites assises de pierre pour la liaison avec le

Fig. 96. — Opus latericium. (Maçonnerie de briques).

noyau de maçonnerie brute, il se compose presque toujours de briques triangulaires, chevauchant les unes sur les autres (fig. 96). Cette double série de cordons intervertis mordait avec ténacité dans la masse.

Echafaudages. — J'ai mentionné déjà[1] les systèmes usités pour lier l'un à l'autre deux parements opposés : pierres en parpaing (διάτονοι), tirants en fer et scellements en plomb[2]. Je ne crois pas que ces liaisons métalliques aient jamais été appliquées aux piles d'aqueducs. Dans les murs ordinaires, les pièces de bois qui servaient à soutenir les échafaudages étaient fréquemment engagées de part en part dans la maçonnerie et, coupées ensuite au ras des parements, continuaient à jouer le rôle de pièces de liaison. Mais dans les murs épais, ces soutiens d'échafaudages se réduisaient à de simples boulins engagés dans le massif juste à la profondeur suffisante pour pouvoir soutenir les planchers de service. Ce sont évidemment les traces de ces bouts de madriers,

1. V. ci-dessus, p. 232.
2. « Cum ansis ferreis et plumbo frontes revinctae sint. »

anéantis à la longue par la pourriture, qui se voient au front de tant de murailles romaines régulièrement percées de trous[1].

Ces traces ne se voient presque jamais aux murs revêtus de l'appareil réticulé, spécialement imaginé pour l'ornement et qui en eût été déparé. Là, et partout où ces traces n'existent pas, on peut conclure que les parements ont été élevés par des ouvriers placés à l'intérieur du massif, et par phases successives, alternées avec le remplissage de l'alvéole par le blocage. Au contraire, partout où l'on voit des traces de boulins et notamment, pour parler de nos aqueducs, à Grange-Blanche (fig. 97), aux tourillons

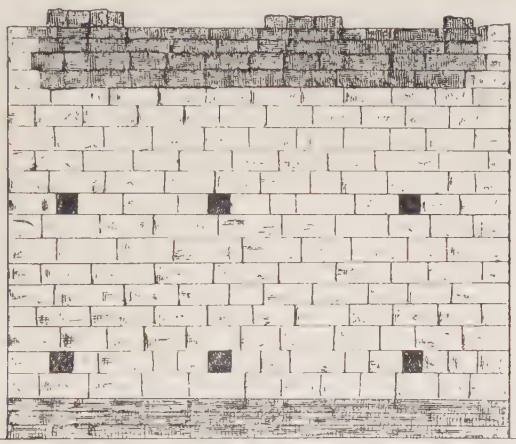


Fig. 97. — Pile du pont de Grange-Blanche. Parement en petit appareil rectangulaire, avec trous d'échafaudages.

de Craponne (fig. 7), la construction du parement s'est faite par échafaudages, voici comment. Une équipe de maçons travaillait à l'extérieur pour élever le parement, tandis qu'une autre à l'intérieur entassait le blocage, à un niveau un peu plus bas. Celle-ci, arrivée au niveau où la première avait engagé des boulins dans le mur, noyait dans la masse de mortier et de cailloux les bouts intérieurs ; quand la prise était devenue suffisante pour que sur les bouts extérieurs on pût installer un plancher, les maçons du dehors montaient d'un degré ; et ainsi de suite, le travail de part et d'autre n'étant jamais interrompu.

1. On en voit même aux murs des palais. Mais il faut songer que ces murs ont été dépouillés du placage de marbre ou de stuc qui dissimulait la brique ou la pierre grossière aujourd'hui à nu.

Structure identique de l'appareil réticulé aux aqueducs de Lyon et aux monuments reconnus de l'époque d'Hadrien. — Dans quelle mesure le genre d'appareil usité peut-il fournir des indications sur les époques de construction de nos aqueducs? Il convient d'être très réservé dans les conclusions que suggère un semblable examen. On trouverait sans doute à toutes les périodes de l'architecture romaine, depuis les deux derniers siècles de la République jusqu'à la chute de l'Empire, des exemples du petit appareil rectangulaire, avec ou sans trace d'échafaudage. Aussi nul ne saurait prétendre que l'aqueduc de La Brévenne est postérieur à celui du Gier, sous prétexte que certaines piles provenant d'une restauration de celui-ci, comme au Langonan, sont appareillées suivant le même mode que les piles du pont de Grange-Blanche à celui-là. Quant à l'appareil réticulé, nous savons qu'il était déjà très en vogue au temps de Vitruve, c'est-à-dire au temps d'Auguste[1].

Est-ce une raison pour faire remonter l'aqueduc du Gier à cette époque-là? Evidemment non. Un siècle plus tard cet appareil était encore tellement en honneur que l'empereur Hadrien faisait construire presque entièrement avec le système de parements réticulés sa fameuse villa de Tibur, cette ville aux cent palais, de plusieurs milles de tour. Qu'on examine de près cet appareil aux murs de ces palais, on lui trouvera certainement un aspect différent de celui qu'il présente aux monuments du même genre dont la date authentique remonte au siècle précédent. L'effet décoratif est plus recherché, mieux obtenu; les cordons de briques sont plus répétés, plus régulièrement placés, les chaînes d'angle plus réduites. Or, c'est ce même aspect que l'on retrouve à s'y méprendre aux arcades de Soucieu, de Chaponost, de Beaunant. A ces dernières et à celles de Soucieu, j'ai signalé déjà une particularité qui frappe tout de suite le regard et, tout en produisant

1. Malgré les savantes recherches critiques publiées par M. Victor Mortet dans la *Revue archéologique* (t. XVI, 1902), et d'où il ressortirait que Vitruve fut contemporain des Flaviens, je m'en tiens encore, jusqu'à de nouvelles preuves plus décisives, à l'opinion commune. L'argument le plus fort, à mon sens, pour conserver celle-ci, c'est celui qui résulte d'une remarque de M. Choisy (*ouvr. cit.*, p. 178) sur le peu de place que Vitruve consacre dans son œuvre à la construction voûtée. Si cette œuvre est postérieure de près d'un siècle à l'édification du Panthéon d'Agrippa, d'où date vraiment, par l'emploi général et infiniment varié des voûtes, une ère nouvelle dans l'histoire de l'architecture, comment se fait-il que rien, dans cet écrit d'un architecte, ne marque la trace d'un fait aussi capital?

un heureux effet, sent un peu l'artifice : c'est l'alternance des deux couleurs, blanc et gris bleuté (grès calcaire et gneiss), aux pierres réticulaires, ainsi disposées en damier. Le caractère déjà un peu factice et mièvre du parement en réseau se trouve par là conduit à son terme logique : des raffinements analogues se produisent pour toute forme d'art lorsqu'elle a beaucoup servi et qu'elle touche à son déclin. Or, à partir du milieu du IIe siècle, on ne trouve plus usité l'*opus reticulatum;* les thermes de Caracalla, de Dioclétien ne présentent pas un seul pan de mur ainsi édifié ; on revient à l'*opus latericium;* l'aqueduc *Alexandrina*, à Rome, construit par Alexandre Sévère, les restaurations, au début du IIIe siècle, des aqueducs plus anciens, sont entièrement de ce dernier appareil. Donc, sans vouloir être affirmatif plus que de raison, on peut considérer comme très probable que l'aqueduc du Gier nous met sous les yeux un des derniers spécimens du réticulé. Il a été dit plus haut [1], d'après Spartien, que l'empereur Hadrien emmenait avec lui ses architectes dans ses voyages pour leur confier des besognes à exécuter, en particulier des constructions d'aqueducs. L'analogie des parements avec ceux de la villa de Tibur n'en serait que mieux expliquée, si l'on attribue l'aqueduc du Gier à ces architectes.

Fondations. — Les Romains attachaient une grande importance à la solidité des fondations. « *Fundationes... fodiantur*, dit Vitruve (III, 4), *si queat inveniri ab solido et in solidum quantum ex amplitudine operis pro ratione videbitur, exstruaturque structura totum solum quam solidissima* [2]. » Cette règle concerne les substructions des temples, mais elle était appliquée dans sa teneur essentielle pour toute construction que l'on voulait solide et notamment pour les piles d'aqueducs. L'auteur recommande, non seulement d'atteindre le terrain ferme, mais de pousser la fouille en profondeur à partir de là (*ab solido in solidum*), plus ou moins avant, selon l'importance de l'ouvrage. Sur presque

1. P. 34.

2. « Les fondations doivent être creusées jusqu'au terrain solide, s'il est possible de le trouver, et dans ce terrain solide jusqu'à une profondeur proportionnée à l'importance de l'édifice. Il faut qu'elles soient maçonnées avec la plus grande solidité sur tout le plan de la tranchée. »

tout le parcours des aqueducs de Lyon, le sous-sol constitué par du terrain primitif est extrêmement solide, et souvent on a pu se contenter d'établir la maçonnerie sur le roc sans creuser celui-ci. Aux piles qui subsistent on constate cependant, en général, que les fondements sont d'environ un mètre de profondeur, et atteignent quelquefois deux mètres quand la pile est très élevée. Il y a toujours au niveau du terrain un empattement latéral de 20 à 30 centimètres.

Dans le cas d'un sous-sol inconsistant, Vitruve recommande les fondations sur pilotis[1] : pieux de bois dur passés au feu, enfoncés à des distances très rapprochées ; intervalles entre ces pieux remplis avec du charbon de bois, et matériaux très solides par-dessus, c'est-à-dire sans doute maçonnerie liée par de forts libages. Aux environs immédiats de Lyon, le terrain d'alluvions quaternaires, bien moins ferme que le gneiss et les micaschistes d'amont, sans aller jusqu'à exiger des fondations sur pilotis, demandait pourtant certaines précautions de plus. Au pont à siphon de Beaunant, les fondations, principalement près du lit du ruisseau, contiennent de grands blocs de pierre de taille, évidemment destinés à asseoir plus sûrement le massif et à garantir sa consistance.

Les fondations sous l'eau se pratiquaient chez les Romains avec des mortiers à prise rapide, dont la composition et la fabrication seront expliquées plus loin. Mais sur le parcours des aqueducs de Lyon, aucune rivière ne se rencontrait assez importante pour nécessiter des fondations spéciales. Si une ou deux piles devaient plonger dans l'eau, il était très facile de détourner momentanément le cours d'eau pour permettre des fondations à sec.

Construction des voûtes d'arcades. — Les piles achevées, on passait à la construction des voûtes d'arcades. « Si l'on jette les yeux sur un monument romain voûté en maçonnerie, dit M. Choisy, si l'on examine, par exemple, une des longues files d'aqueducs de la

1. « Si locus erit congesticius ad imum aut paluster, tunc is locus fodiatur exinaniaturque et palis alneis aut oleaginis aut robusteis ustilatis configatur, sublicaeque machinis adigantur quam creberrimae, carbonibusque expleantur intervalla palorum, et tunc structuris solidissimis fundamenta impleantur. » (Vitruve, III, 4.)

campagne romaine, on aperçoit des arcs de tête en briques ou en moellons, dont les joints convergent vers un centre commun, puis derrière ces arcs de tête une maçonnerie brute faite de fragments de tuf ou de débris de tuileaux, et qui ressemble à du béton. Une masse compacte de blocages comprise entre deux parements à joints convergents, telle est la construction que semble révéler un examen sommaire des ruines. Mais si l'on observe de plus près ces massifs d'apparence si entièrement brute, on découvrira incrustés en eux des chaînes d'une structure toute différente, de véritables nervures engagées, quelquefois des réseaux entiers de briques formant dans le corps des blocages une charpente interne, une sorte de squelette léger, qui se ramifie, qui se subdivise et s'étend au milieu des maçonneries grossières dont il est enveloppé [1]» (fig. 98).

On ne saurait représenter plus exactement en quelques mots l'appareil de ces voûtes, qui est celui des arcs d'aqueducs, hormis toutefois ceux qui datent d'une époque antérieure à l'application courante de la construction par blocage de petits matériaux, ou dans lesquels on a voulu conserver le grand appareil de voussoirs taillés convergents : tel le système d'arcatures au pont du Gard, telles les voûtes primitives des aqueducs *Marcia* et *Claudia*. Mais à ceux-ci même, un grand nombre d'arcades ayant été renforcées par des arcs-doubleaux, c'est encore l'appareil de blocage encadré décrit ci-dessus que l'on aperçoit le plus souvent.

L'ossature seule (j'entends les arceaux de tête et les lignes extérieures de briques ou de moellons plats) est formée d'éléments dont le profil représente des lignes convergeant vers l'axe de la voûte, toujours à plein cintre. Au contraire, le blocage qui est venu remplir les vides entre ces éléments est construit par lits entièrement horizontaux. Cette maçonnerie n'est donc que la continuation, l'extension de la masse interne des piles ; l'ensemble, si tous les parements tombaient, laisserait apercevoir un massif unique, homogène et compact, où les minces voussoirs qui s'y trouvent noyés montreraient leur simple office d'armature ou de moule : car ils ne contribuent presque en rien à la solidité de

1. Choisy, *ouvr. cité*, p. 34.

l'ouvrage et n'ont guère été que des expédients de construction.

On peut se demander pourquoi, dans ces conditions, il n'aurait pas suffi d'un cadre provisoire solide en charpente, sur lequel

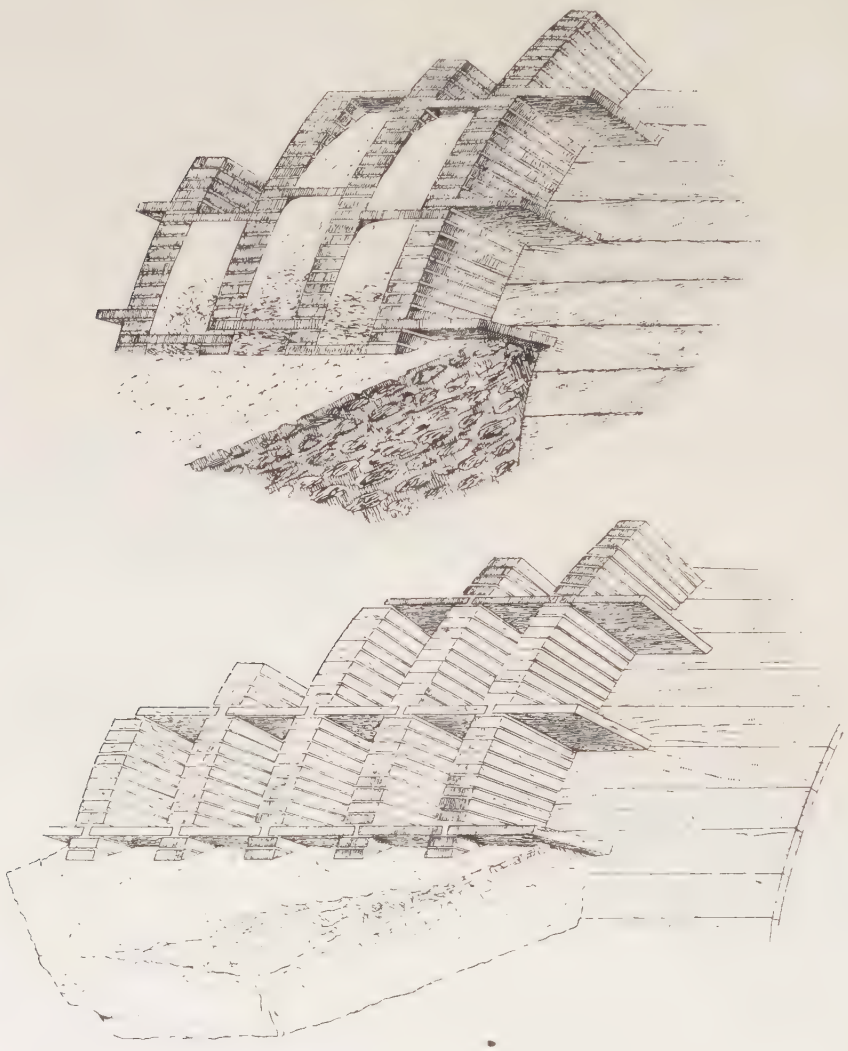


Fig. 98. — Ossature des voûtes romaines. (D'après M. A. Choisy. *L'art de bâtir chez les Romains.)*

le blocage aurait été posé et qu'on aurait enlevé quand celui-ci aurait fait prise entièrement. « C'est, répond M. Choisy, parce qu'il fallait assurer aux cintres une invariabilité absolue, et que cette condition de rigidité ne pouvait être que bien difficilement

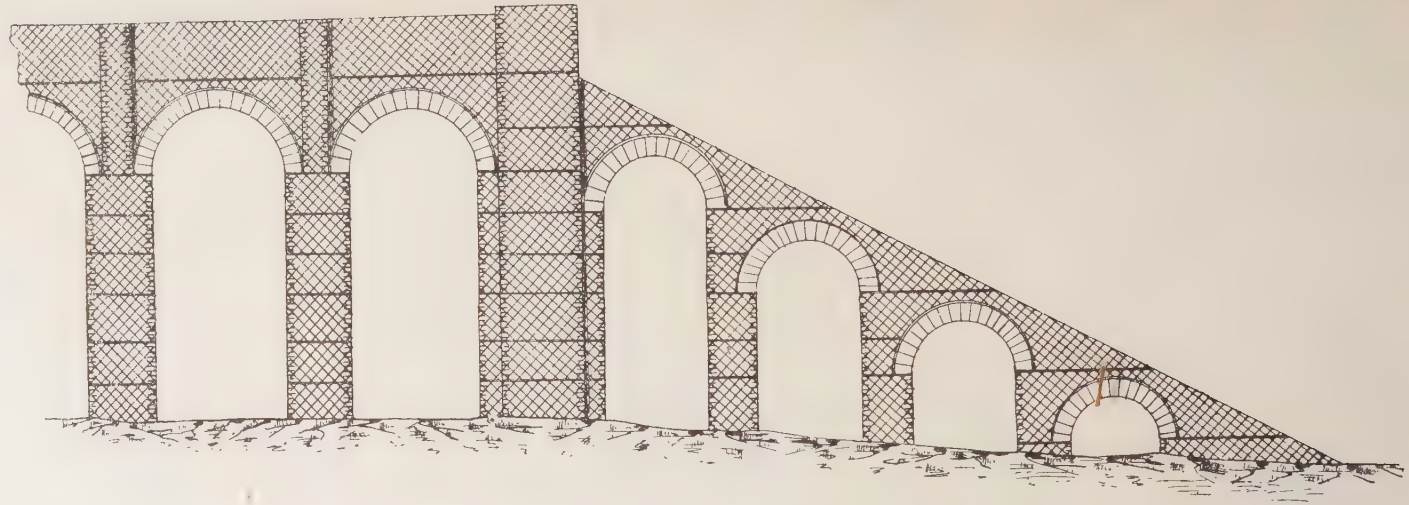


Fig. 99. — Départ du siphon de Beaunant. Détails extérieurs de la construction.

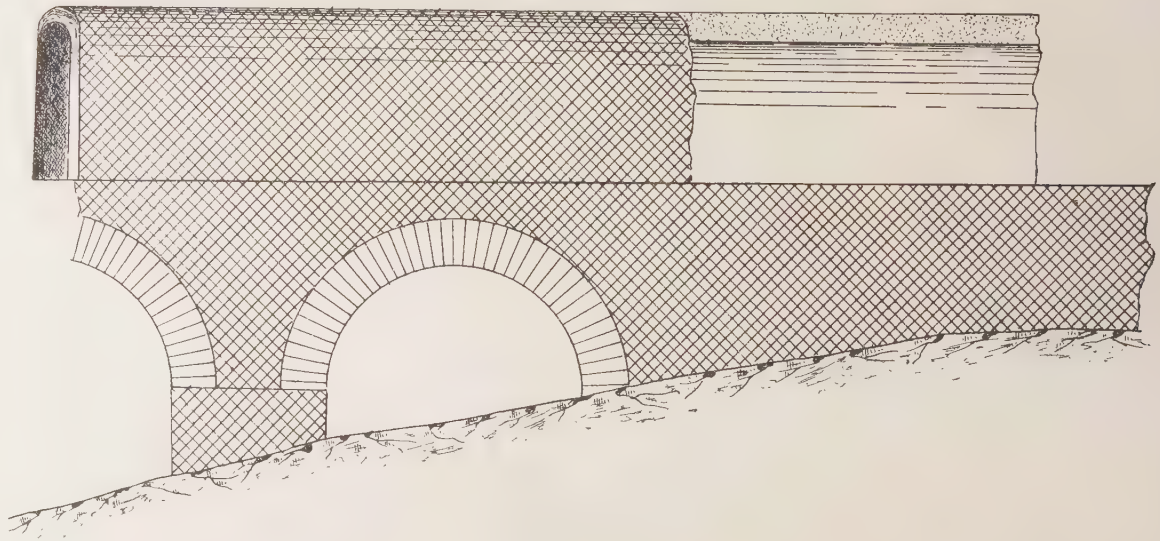


Fig. 100. — Passage des substructions aux arcades.

remplie en faisant usage des simples cintres en charpente. Les bois, même les mieux assemblés, jouent, travaillent, se tourmentent au moindre changement de température, et une voûte monolithe, incapable de suivre dans ces déformations la charpente qui lui a servi de moule, sera sans cesse menacée, par suite du retrait ou des affaissements éventuels des cintres, de se trouver sans appui [1].» Au contraire, avec le dispositif indiqué, il y a comme un bloc indépendant, avant la prise complète, dans chaque alvéole formée par les entrecroisements des nervures. La charpente de soutien peut jouer un peu, la masse superposée n'en souffre pas sensiblement.

Cette charpente consistait donc en un certain nombre de cintres légers, soutenus par une saillie de la maçonnerie aux naissances ou à la hauteur du joint glissant, pour soutenir les petits arcs élémentaires, faits d'une seule rangée de briques et plus ou moins distants les uns des autres, selon la profondeur et les autres dimensions de l'arcade. Ces cintres étaient reliés entre eux par des couchis, sur lesquels s'appuyaient les quelques lignes longitudinales de briques dirigées suivant les génératrices de la voûte, c'est-à-dire suivant des plans convergeant vers son axe. Le réseau ainsi formé suffisait, avec l'aide des cintres et des couchis, à soutenir le blocage qui s'élevait horizontalement.

Aux aqueducs de Lyon, les briques formant l'armature sont souvent remplacées, comme celles des chaînes horizontales des piles, par ces larges tranches de micaschistes dont j'ai dit un mot plus haut, carrées, de $0^{m},60$ de côté, épaisses de 5 à 6 centimètres ; c'est souvent aussi une alternance aux têtes d'arceaux entre une brique et une de ces pierres, ce qui produit un effet décoratif assez heureux (fig. 25). Ces arcs de tête sont presque toujours enveloppés à l'extrados par une ceinture de briques posées à plat, dessinant sur le parement un mince cordon rouge qui l'agrémente aussi (fig. 99).

Bandeau au-dessus des voûtes. – Quand la maçonnerie de blocage s'était élevée entre les tympans jusqu'au niveau du faîte de cet extrados ou à quelques centimètres plus haut, il restait

1. *Ouvr. cité*, p. 39

à établir la cuvette de l'aqueduc, ses piédroits et sa voûte. Généralement on disposait d'abord un dallage faisant plus ou moins saillie à l'extérieur pour former un bandeau horizontal. A l'aqueduc du Gier, c'était une assise double de briques qui, sans faire toujours saillie, tranchait comme le cordon cintré par sa couleur vive, et contribuait de même à l'harmonie du monument (fig. 43, 99).

Dans certains endroits où l'on a été obligé de donner une plus grande épaisseur aux piles à cause de leur élévation, les arcs de

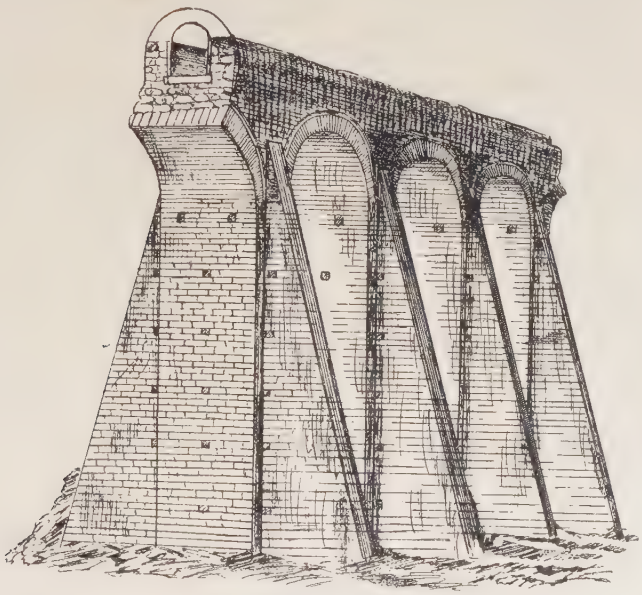


Fig. 101. — Aqueduc de Fréjus (contreforts).

tête ont été construits en retrait sur les piles de 15 à 20 centimètres, afin de ne pas donner aux murs du canal une épaisseur inutile. Cela forme entre deux arcades voisines une *ante* ou contrefort qui monte des deux côtés de l'aqueduc à l'aplomb de la façade jusqu'au bandeau ou même jusqu'au faîte (fig. 24, 28, 43, 99). L'aspect n'en est pas disgracieux, au contraire : il en résulte un heureux effet de relief et de légèreté [1].

1. C'est moins élancé toutefois et moins élégant que les contreforts de l'aqueduc de Fréjus (fig. 101), semblablement placés, mais construits en éperons. Tout est remarquable d'ailleurs à ces arcades de Fréjus, le détail aussi bien que l'ensemble. Elles sont construites en moyen appareil rectangulaire, gardant les traces d'échafaudages. La voûte est tout entière appareillée en claveaux taillés convergents, les piles sont minces et hautes ; le tout est d'une harmonie et d'une sveltesse merveilleuses.

Percées longitudinales dans les piles à Soucieu et à Beaunant. — J'ai signalé, en décrivant les ponts-siphons de Soucieu et de Beaunant, les ouvertures ménagées au travers des piles, dans le sens longitudinal, ce qui allégeait celles-ci en créant une enfilade d'arceaux, agréable au coup d'œil. On dut ensuite, pour raisons de solidité sans doute, aveugler la plupart de ces ouvertures. C'étaient des arceaux construits d'après les mêmes principes que les arcades transversales. Gasparin se montre sévère pour ce dispositif qui prouve selon lui, de la part de l'architecte constructeur de l'aqueduc, une ignorance complète des conditions de stabilité d'une voûte[1]. Il y a dans ce jugement une évidente exagération. Il ne resterait pas autant de ces voûtes après dix-huit siècles si leur conception avait été le fait d'un architecte ignorant. L'idée en elle-même est d'autant plus admissible qu'on en voit des applications dans la construction moderne. Quant à la nécessité où l'on s'est trouvé de boucher la plupart de ces percées, il est possible que le souci de l'élégance ait d'abord un peu trop préoccupé l'architecte; la faute était, en tous cas, de celles qu'il était facile de réparer; et, d'ailleurs, nous ne savons pas au bout de combien d'années cette modification a été exécutée. Toute construction exige, au bout d'un certain temps, des travaux de consolidation; on a exécuté celui-là parce qu'il était évidemment le plus facile. Et s'il nous semble bizarre, contraire à une disposition harmonieuse, qu'au pont de Beaunant un certain nombre de piles aient toujours été bouchées[2], il faudrait connaître l'état des lieux environnants à cette époque pour savoir si cela n'était pas imposé par de bonnes raisons, même esthétiques. Il est prudent de ne pas condamner quand la cause n'est pas entièrement connue.

Ne pouvant décrire comment les tuyaux des siphons étaient posés et ajustés sur les ponts, contentons-nous de poursuivre la description du travail aux simples ponts-aqueducs, en prenant toujours pour exemple ceux qui soutenaient le canal du Gier.

1. *Ouv. cit.*, p. 5.
2. V. ci-dessus, p. 128.

Construction du canal voûté au-dessus des arcades et du bandeau. — Sur l'assise de briques régnant au-dessus des voûtes, on élevait les deux piédroits de la cuvette, en laissant entre eux un espace d'un peu plus de deux pieds, soit $0^m,65$ à $0^m,70$. La construction s'en opérait exactement comme celle des piles : élévation des parements d'abord, puis garnissage de l'intérieur, en laissant le vide pour la cuvette. Une fois que ces deux massifs, épais chacun de $0^m,60$ à $0^m,80$, selon l'épaisseur des piles, se trouvaient élevés à un peu plus d'un mètre, soit à la hauteur des naissances de la voûte, on façonnait le radier. Il était constitué par une couche de béton de 8 à 12 centimètres, mélange de mortier de chaux avec des morceaux de briques concassés de la grosseur moyenne d'un œuf de pigeon. Puis on revêtait les parois latérales et ce fond bétonné d'une couche de ciment de 3 à 4 centimètres, où les fragments de briques n'atteignaient que la grosseur d'un pois. Parois et radier se raccordaient par un *solin* ou *congé*, c'est-à-dire par un bourrelet en quart de rond, d'un rayon égal à l'épaisseur de la couche. Enfin, après avoir soigneusement dressé et aplani ce revêtement, on y appliquait un enduit de chaux et tuileau en poudre, épais de 1 millimètre, qui donnait à la surface le brillant et le poli du stuc.

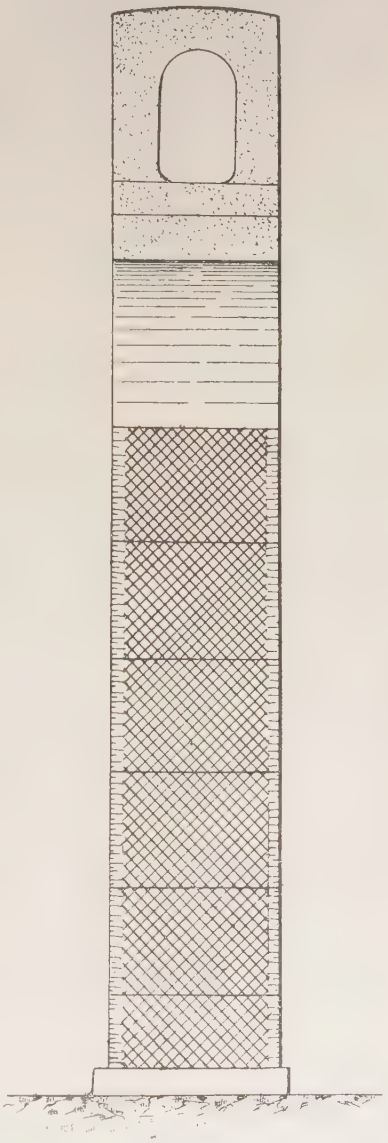


Fig. 102. — Coupe d'une arcade à la clef de voûte.

Cela fait, on construisait la voûte. Elle était composée de

voussoirs réguliers, pierres plates déjà décrites, taillées dans le micaschiste. On l'établissait au moyen de cintres reliés par des couchis sur lesquels on étendait une mince couche de mortier avant de poser les voussoirs; ceux-ci n'étaient d'ailleurs pas reliés entre eux par du mortier. J'ai déjà eu l'occasion plusieurs fois, en décrivant les canaux souterrains bien conservés, de mentionner l'empreinte polygonale laissée par les couchis dans le mortier qui revêt l'intrados. La voûte terminée sur une certaine longueur, on surélevait les piédroits à l'extérieur, dans le cas où ils débordaient l'épaisseur de la voûte, jusqu'au niveau du faîte de l'extrados de celle-ci, ou un peu au-dessus, et l'on recouvrait le tout d'un revêtement de ciment légèrement bombé, qui formait la couverture et le couronnement de l'ouvrage (fig. 102 et ci-dessus, fig. 11, 52).

Tel est le procédé de construction uniforme pour tous les ponts-aqueducs construits en petits matériaux. Lorsque la maçonnerie est de grand appareil, comme aux arcades de la campagne romaine, ce sont de grandes pierres de taille qui forment la base du radier, les piédroits et la couverture; mais le garnissage intérieur de la cuvette est toujours le même. Quant aux cuvettes superposées à ces canaux de pierre de taille (on sait que l'*Anio novus* surmonte la *Claudia*, que *Tepula* et *Julia* surmontent *Marcia*), elles sont constituées d'une façon semblable à celle qui vient d'être décrite en détail.

En considérant les principaux aqueducs de l'empire romain, nous trouverions sans doute bien des variétés d'arcades, mais tout se réduirait à des combinaisons entre les trois systèmes décrits : grand appareil massif ou garni, petits parements avec blocage. Nous verrions par exemple qu'au pont du Gard, composé de trois étages d'arcades, les deux premiers sont construits en grand appareil massif, le dernier, qui porte l'aqueduc, en moellons smillés (moyen appareil) et blocage; que les piles y sont renforcées par des becs triangulaires élevés seulement jusqu'au-dessus du plan des naissances; qu'à l'aqueduc de Metz, le pont qui traversait la Moselle, composé de cent quatorze arches sur 1.120 mètres de longueur et une hauteur maxima de 33 mètres, était soutenu par des piles en blocage avec petit appareil rectangulaire, et que ces piles présentent, dans tous les sens, des saillies

successives de $0^m,18$, de 3 en 3 mètres à partir des naissances jusqu'à la base ; qu'à Tarragone le pont à deux étages en grand appareil a, suivant un principe semblable, les piles du bas construites en troncs de pyramides, tandis que celles du haut sont à parois verticales, etc... Pour le canal lui-même, on ne rencontre nulle part les sections circulaire, elliptique, ovoïde, si répandues de nos jours, et qui ont supplanté partout ou à peu près la section rectangulaire. Celle-ci était la seule usitée dans les aqueducs romains. Quelquefois pourtant les parois intérieures sont légèrement évasées, comme à l'aqueduc de Fréjus, où la cuvette a $0^m,65$ de largeur au radier et $0^m,75$ aux naissances ; mais ce profil est rare (fig. 103).

Fig. 103. — Coupe de la cuvette à l'aqueduc de Fréjus.

Masses relatives des ponts-aqueducs de Lyon. — Pour donner un aperçu d'ensemble sur les dimensions et les masses relatives d'un certain nombre de ponts-aqueducs romains, comparés entre eux et avec des ouvrages modernes, j'ai reproduit dans le tableau ci-contre (p. 252) quelques mesures et quelques rapports fournis par l'ouvrage de A. Léger : *Les travaux publics au temps des Romains*. L'auteur n'indique pas les sources où il les a recueillis, ni pour chaque aqueduc l'ouvrage en particulier où l'on a fait ces relevés. Ils doivent être assez exacts, à en juger par les deux exemples donnés pour l'aqueduc de Lyon (bien que je ne puisse désigner sûrement les deux ponts dont il est question) ; les dimensions indiquées sont parfaitement conformes à la moyenne et, en faisant le calcul du rapport des vides aux pleins

PONTS-AQUEDUCS	LONGUEUR	HAUTEUR	LARGEUR AU SOMMET	NOMBRE D'ARCHES	DIAMÈTRE DES OUVERTURES	ÉPAISSEUR A LA CLEF	PILES		CUVETTE		RAPPORTS			
							LARGEUR DE FACE	LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	De l'épais. de la voûte à l'ouvert.	De l'épais. de la pile à l'ouvert.	DU VIDE AU PLEIN	Du vide à la surface totale
Aqueducs romains.														
Marcia	»	9,20	1,47	»	4,72	0,75	2,65	1,47	0,74	1,67	0,156	0,561	0,675	0,404
Claudia	»	19,65	3,00	»	5,94	0,80	4,43	3,27	»	»	0,133	0,730	0,500	0,333
Lyon	»	13,00	1,90	»	5,20	0,65	2,50	2,50	0,60	1,65	0,125	0,480	1,01	0,502
—	»	17,35	1,90	»	5,85	0,65	3,00	4,65	0,60	1,65	0,111	0,510	1,29	0,579
Nîmes	273	48,77	3,06	11	24,52 - 4,80	1,60 - 0,60	4,80 - 2,20	6,36 - 3,06	1,22	1,67	0,065-0,120	0,200-0,458	0,88	0,480
Metz	1.120	32,50	3,58	114	5,50	0,75	4,30	3,95	1,04	2,00	0,136	0,780	0,87	0,465
Ségovie	818	28,50	2,50	119	5,04	0,85	1,83	2,50	»	»	0,170	0,360	1,49	0,596
Arles	»	10,00	2,50	»	4,50	0,45	2,80	2,20	0,97	1,50	0,100	0,620	0,41	0,292
											0,138	0,515	0,837	0,438
Aqueducs du moyen âge (VI^e^ et VII^e^ siècles).														
Bourgas	233,90	36,00	3,50	4	17,35 - 13,5	1,20	13,50	8,00 - 4,00	0,65	1,35	0,069	0,448	0,52	0,343
Spolète	253,60	133,60	13,66	10	21,15	2,00	3,57	13,60	»	»	0,093	0,166	2,30	0,696
Aqueducs modernes (XVII^e^ et XVIII^e^ siècles).														
Arcueil	370	72,00	2,30	10	8,00	1,00	4,20	»	0,50	0,46	0,125	0,525	(0,083)	(0,076)
Maintenon	4.140	53,30	6,50	195 - 390	13,02 - 5,50	0,90	8,00 - 4,50	15,50 - 6,50	2,00	1,25	0,069	0,615	0,745	0,421
Caserte	539	27,80	3,70	27,43	6,6 - 4,00	1,00	4,80	6,20	1,20	1,66	0,150	0,737	0,802	0,440
											0,099	0,462	0,839	0,447
Aqueducs contemporains (XIX^e^ siècle).														
Roquefavour	375,00	82,65	4,50	15	15,00-16,00	1,00	5,50 - 5,00	7,20 - 6,00	2,82	2,25	0,066	0,366	1,420	0,590
La Vanne (Moret)	»	10,00	4,35	»	7,00-35,00	1,00	3,00	4,35	Diam. : 2	× 1,20	0,029	0,085	1,773	0,642
— (Arcueil)	990,40	41,00	3,44	84	8,45-11,35	0,15	1,15	»	»	2,14	0,045	0,145	2,117	0,678
											0,068	0,188	1,747	0,635

pour le pont-aqueduc du hameau des Granges (décrit ci-dessus p. 113 et représenté fig. 24), j'ai trouvé 1,03, chiffre moyen entre les deux que donne M. Léger, 1,01 et 1,39.

Nous voyons par le tableau que, parmi tous les aqueducs romains qui y sont mentionnés, l'aqueduc du Gier est, après celui de Ségovie, celui pour lequel on a proportionnellement dépensé le moins de matière, puisque le rapport de vide au plein atteint 1,39 (à Ségovie 1,49), tandis que partout ailleurs il est inférieur à l'unité, la moyenne étant 0,837. Et si l'on met ensuite à part l'aqueduc de Spolète, il faudra descendre jusqu'à notre époque pour retrouver ce même rapport égal ou supérieur à celui qu'on relève aux ponts de l'aqueduc de Lyon.

Prenons, en regard de celui-ci, les aqueducs de Rome *Marcia* et *Claudia :* le rapport du vide au plein n'est au premier que de 0,675, et au second de 0,500. Comparons aussi les rapports des épaisseurs de voûtes aux diamètres des ouvertures, nous trouverons :

$$\text{Pour } \textit{Marcia} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{0{,}75}{4{,}72} = 0{,}159$$

$$\text{Pour } \textit{Claudia} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{0{,}80}{5{,}94} = 0{,}135$$

$$\text{Pour } \textit{Lyon} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{0{,}65}{5{,}85} = 0{,}111$$

La voûte est donc beaucoup plus légère à l'aqueduc de Lyon. Et si l'on cherche à déterminer par les formules usuelles d'aujourd'hui l'épaisseur de cette voûte en fonction du diamètre de l'ouverture, on s'aperçoit même que l'architecte n'a pas dépassé de beaucoup celle que ce calcul nous ferait adopter [1].

(1) La formule de Perronet indique :

$$e = 0^{m}0347\ D + 0^{m}325$$

et celle de Léveillé :

$$e = \frac{1^{m} + 0{,}1\ D}{3}$$

Le tableau nous fournit la valeur de D, $5^{m},85$, et l'on aboutit par les deux formules à peu près au même résultat; la première donne $0^{m},528$ pour la valeur de *e*. Comme on voit, nous ne sommes pas très au-dessous de $0^{m},650$, qui est l'épaisseur donnée à la voûte par l'architecte romain, d'après le même tableau.

L'application de ces mêmes formules au pont-aqueduc du hameau des Granges me

D'après ces comparaisons, les travaux d'art de l'aqueduc du Gier prouvent avec autant de force que son ingénieux tracé une expérience très sûre et une habileté consommée, à défaut des données précises que possède la science moderne. Je verrais dans leur hardiesse un indice de plus en faveur de l'hypothèse qui me fait reporter cette construction au deuxième siècle. Plus il s'est construit d'aqueducs à la fois, moins on a dû se montrer timide dans les essais d'allégement, et l'aqueduc du Gier, par son profil dégagé, me semble beaucoup plus voisin de l'aqueduc de Ségovie, qui est du règne de Trajan, que des superbes, mais épais massifs construits au voisinage de Rome sous le règne de Claude.

Substructions pleines. — Il n'y a que peu de chose à dire sur les massifs hors de terre sans arcades. Le nivellement exige souvent pour l'aqueduc une certaine élévation au-dessus du sol, trop faible cependant pour qu'il y ait avantage à y ménager des ouvertures, qui compliquent toujours la construction. Il arrive fréquemment qu'à la suite des massifs pleins élevés — et nous en avons vu assez d'exemples — le terrain s'abaissant progressivement au-dessous du niveau de la conduite, des arcades prennent

donne 0,49 au lieu de 0,60, épaisseur que j'ai mesurée. Le rapport est sensiblement le même qu'entre 0,528 et 0,650.

Nous pourrions, pour ce même pont, faire le calcul de la largeur E qu'on donnerait aux piles en fonction de l'ouverture D = 4m,65, de la hauteur H des piédroits = 2 mètres, et de la surcharge S au-dessus de la base d'un des piédroits. Si nous prenons S = 2m,50, et si nous appliquons la formule de Léveillé :

$$E = (0{,}60 + 0{,}162\ D)\sqrt{\frac{H + \frac{1}{4}D}{S} : \frac{e + \frac{1}{4}D}{0{,}865\ D}}$$

$$= 0{,}60 + 4{,}65 \times 0{,}162 \times \sqrt{\frac{2 + 1{,}16}{2{,}50} : \frac{0{,}60 + 1{,}16}{0{,}865 \times 4{,}65}}$$

$$= 1{,}35 \times \sqrt{\frac{3{,}16}{2{,}50} : \frac{1{,}76}{4{,}02}}$$

$$= 1{,}35 \times \sqrt{\frac{1{,}26}{0{,}43}}$$

$$= 1{,}35 \times \sqrt{2{,}93}$$

$$= 1{,}35 \times 1{,}74$$

$$= 2{,}35$$

l'épaisseur réelle étant de 2m,60, l'ingénieur romain n'a pas dépassé de beaucoup, comme on voit, le chiffre qu'auraient donné nos calculs modernes.

naissance (fig. 100), d'abord très basses et réduites à la partie cintrée, ensuite peu à peu laissant émerger des piliers qui grandissent, puis diminuent ; et le massif redevient plein. Il est à remarquer que l'on ne voit jamais apparaître d'abord des arcades de très faible rayon : les moindres ont toujours un rayon d'un mètre à peu près ; à mesure que les piliers s'élèvent, ce rayon grandit jusqu'à ce que l'ouverture ait atteint une certaine dimension, qui persiste aux arcades suivantes. L'effet de proportion est toujours, dans ces

Fig. 104. — Aqueduc de Fréjus. Substructions à jours.

séries, très justement combiné. La hauteur des substructions sans arcades ne dépasse jamais deux mètres depuis le sol jusqu'au niveau du radier[1]. Ces alternances de massifs pleins et d'arceaux sont très remarquables à l'aqueduc du Gier, avec les caractères qui viennent d'être énoncés, surtout aux plateaux de Soucieu et de Chaponost.

Il va de soi que la construction des massifs pleins continus ne comporte aucun procédé différent de ceux qui ont été décrits pour

1. Quelquefois cependant cette dimension a été dépassée. Mais alors, des ouvertures cintrées ont été ménagées à une certaine hauteur au-dessus du sol. On en voit un exemple à l'aqueduc de Fréjus (fig. 104).

l'établissement des piliers, de la cuvette et de ses piédroits. On peut en dire autant des réservoirs bâtis hors de terre, où la seule différence avec la cuvette canalisée consiste dans les dimensions, dans l'épaisseur des couches de ciment revêtant les parois, et dans la nécessité de ménager à travers celles-ci, d'une part, l'entrée du canal, de l'autre, si ce sont des réservoirs têtes de siphons, les trous d'échappement.

Les rampants adossés à ces réservoirs pour le départ ou l'arrivée des tuyaux peuvent être sur massifs pleins, comme au siphon de Saint-Genis, ou sur arcades, comme à celui de Beaunant : simples arceaux en plein cintre et non arcs-rampants ; la disposition de ces arceaux est élégante, tant par la façon dont leurs hauteurs s'échelonnent, et dont l'ouverture du plus bas est réduite, que par l'agencement des assises de briques partant des naissances de ces différents arcs (fig. 44 et 99).

§ II. — **Matériaux de construction**[1].

I. — Matériaux de liaison

Le « ciment romain » et sa légende. — Si la maçonnerie romaine se caractérise par ses procédés généraux d'assemblage, de structure intérieure et d'appareillage, elle n'est pas moins originale et distincte de toutes les autres, aussi bien dans l'antiquité que dans les temps modernes, par la nature et la qualité des matériaux de liaison, mortiers et ciments. Je me suis expliqué déjà sur leur rôle, qui était bien plus rarement d'assurer les joints et d'empêcher les glissements que de former, par eux-mêmes ou par union intime avec de petits corps solides, un bloc résistant. Les Romains étaient arrivés, par ces agglomérations de chaux, sables,

1. Je n'ai pas voulu parler des matériaux de construction avant d'avoir examiné la forme architectonique et la structure interne des ouvrages apparents, car on ne s'intéresse guère aux matériaux sans avoir une idée d'ensemble sur leur rôle. D'autre part, dans les constructions en sous-sol, leur emploi est tellement subordonné à leur nature et à leur préparation, que la clarté de l'exposé en exige l'étude préalable. C'est pour cela qu'en dépit d'un illogisme apparent, j'ai intercalé cette étude entre les deux espèces d'ouvrages constituant les aqueducs.

poussières volcaniques, cailloux et briques en proportions variées, à former des substances, appelées suivant les cas, *mortarium*, *arenatum*, *intrita*, *signinum*, et adaptées à toutes les exigences auxquelles satisfont nos chaux, mortiers ordinaires et hydrauliques, bétons, ciments naturels et artificiels. Ne descendant que très rarement jusqu'aux qualités médiocres que nous supportons trop souvent pour les matériaux de nos bâtisses vulgaires, ils obtenaient pour certains mélanges des propriétés de résistance telles, que les plus durs des ciments fabriqués aujourd'hui grâce au développement de la minéralogie et de la chimie, ne l'emportent pas de beaucoup en cohésion et en force sur certains ciments romains, inattaquables à l'effort des siècles.

Si bien qu'une croyance fort répandue, même parmi des gens instruits, consiste à s'imaginer que les Romains possédaient un secret de fabrication pour ces fameux ciments, un secret que l'on n'a pas retrouvé, même à l'aide des procédés techniques les plus savants. Ce secret résidait-il dans les proportions d'un mélange constitué de telle sorte qu'une infime variation dans le rapport des composants modifierait entièrement le composé ? S'agirait-il d'un mystérieux réactif, d'une substance qu'on ne sait plus utiliser, d'un certain degré de cuisson auquel on ne sait plus se tenir, d'une dissociation ou d'une combinaison empirique qu'on ne sait plus préparer ? Nos gens ne sauraient le dire. Mais ils défieraient sérieusement le plus grand chimiste de tous les Instituts d'Europe de refaire le « ciment romain ».

En réalité, l'analyse chimique, l'observation à l'œil nu ou au microscope ne révèlent dans les mortiers ou ciments romains aucune substance qui ne soit employée encore : pouzzolane, brique pilée, graviers, cailloux et fragments de briques, dits tuileaux, de diverses grosseurs, voilà tous les ingrédients qui y entraient, outre la chaux et le sable. Le mérite et l'art des ouvriers romains consistaient à bien choisir ces éléments, à les bien préparer séparément, à les combiner à propos suivant les cas, et à soigner parfaitement les mélanges. C'était un travail assurément délicat, que l'existence des produits calcaires industriels épargne dans une certaine mesure à nos ouvriers. Ces produits permettent d'arriver avec moins de frais et de peine à des mélanges aussi solides. Nous ne savons plus faire le ciment romain, parce que

nous n'avons plus besoin de savoir le faire. Ce qui ne manque que trop souvent à nos maçons, c'est de savoir bien faire le leur.

Ajoutons, comme le fait remarquer Vicat, que par l'action prolongée de l'acide carbonique, et dans beaucoup de cas, par la lente adjonction de principes pouvant à la longue attaquer le sable et rendre la silice susceptible de se combiner avec la chaux, le temps a été sans doute pour ces matériaux un agent de consolidation puissant.

A. — Chaux [1].

Les anciens ne semblent pas avoir fait la distinction entre les chaux aériennes et les chaux hydrauliques : ils auraient donc négligé de calciner les calcaires argileux. En effet, on ne retrouve pas dans les constructions antiques l'équivalent de nos mortiers usuels de chaux hydraulique ; et de plus, aucune mention n'est faite dans les auteurs d'une chaux spéciale faisant prise sous l'eau sans le secours d'une autre matière telle que la pouzzolane ou le tuileau pulvérisé.

Vitruve [2] s'exprime ainsi au sujet des différentes espèces de chaux :

« De harenae copiis cum habeatur explicatum, de calce diligentia est adhibenda uti de albo saxo aut silice coquatur. Et quae erit ex spisso et duriore, erit utilis in structura ; quae autem ex fistuloso, in tectoriis. »

1. Toute chaux provient de la calcination des pierres calcaires, carbonates de chaux naturels. Tirée du four, elle est à l'état de pierre sèche, qu'on appelle chaux vive. Pour la rendre utilisable, il faut l'*éteindre* par l'eau. La chaux éteinte est un hydrate de chaux.

Suivant la composition de la pierre calcaire, la chaux obtenue est *aérienne* ou *hydraulique*. La première, qui ne contient pas ou contient peu d'argile, immergée dans l'eau, y reste indéfiniment à l'état de pâte molle ; elle durcit au contraire solidement à l'air, en formant un hydro-carbonate de chaux. La seconde, qui contient de l'argile, fait prise sous l'eau par l'action de l'argile sur la chaux pure qui lui est mélangée : il se forme un silicate double d'alumine et de chaux, dur et solide.

Les chaux aériennes se subdivisent en *chaux grasses* et en *chaux maigres*. Les premières sont les chaux pures ; elles absorbent l'eau rapidement à l'extinction, en s'échauffant beaucoup et en augmentant beaucoup de volume ; les secondes sont mélangées de matières étrangères ; elles s'échauffent moins à l'extinction, augmentent peu de volume, et forment une pâte moins liante. Les chaux hydrauliques, qui sont des chaux maigres, contiennent de 10 à 35 parties d'argile pour 90 à 65 de chaux pure. Celles qui contiennent le plus d'argile font prise sous l'eau en 2 ou 3 jours ; celles qui en ont le moins font prise en 15 ou 20 jours.

2. II, 5.

« Après ces explications sur les différentes variétés de sable, il faut examiner avec soin la préparation de la chaux par cuisson de la pierre blanche ou de la caillasse. Celle qui provient d'une pierre compacte et dure sera bonne pour la maçonnerie ; celle qu'on fait avec de la pierre poreuse s'emploie pour les enduits. »

Voici, d'autre part, le texte de Pline à ce même sujet[1] :

« Calcem e vario lapide Cato Censorius improbat. Ex albo melior. Quae ex duro, structurae utilior ; quae ex fistuloso, tectoriis. Ad utrumque damnatur ex silice. Utilior eadem ex effosso lapide, quam ex ripis fluminum collecto. Utilior e molari, quia est quaedam pinguior natura ejus. »

« Caton le Censeur n'approuve pas la chaux faite de pierres de différentes couleurs. La pierre blanche donne une chaux meilleure. La chaux faite de pierres dures vaut mieux pour les bâtisses ; celle de pierres poreuses, pour les enduits. Pour les deux emplois, on déprécie la chaux faite avec de la caillasse. La pierre extraite des carrières fournit de meilleure chaux que celle qu'on prend sur les rives des fleuves : la chaux extraite de la meulière est meilleure aussi, car de cette pierre il existe une certaine qualité assez grasse[2]. »

A son tour, Palladius écrit[3] :

« Calcem quoque ex albo saxo duro, vel Tiburtino, aut columbino fluviali coquemus, aut rubro, aut spongia, aut marmore postremo. Quae erit ex spisso et duro saxo, structuris convenit ; ex fistuloso vero aut molliori lapide tectoriis adhibetur utilius. »

« Pour faire de la chaux on cuira de la pierre dure et blanche, de la pierre de Tibur, de la pierre colombine de rivière, de la pierre rouge, de la pierre poreuse, ou du marbre de qualité inférieure. La chaux provenant d'une roche dure et compacte est propre aux bâtisses ; celle qui provient des pierres molles ou poreuses convient mieux aux enduits. »

1. Hist. nat. XXXVI, 53.

2. La traduction de Littré ne me paraît pas bonne pour ce dernier membre de phrase : « La chaux de la pierre meulière est la meilleure, parce que cette pierre est naturellement plus grasse que les autres. » Or, il y a des meulières qui sont exclusivement siliceuses, et qui par conséquent ne contenant pas de chaux, ne sauraient être grasses ; donc « *quaedam natura* » signifie, ce me semble, *une certaine qualité, une certaine espèce*, qui, contenant une certaine quantité de chaux, est assez grasse, un peu plus grasse que les autres. *Utilior* ne peut être traduit par un superlatif, car il est bien évident que la chaux de meulière ne vaut pas les chaux de calcaires purs.

3. *De Re rustica*, I, 10.

Ces trois textes, les seuls, avec celui de Caton rappelé par Pline, qui puissent nous fournir quelques renseignements sur cette matière, présentent un certain nombre d'assertions et d'expressions communes : manifestement les auteurs des deux derniers avaient le premier sous les yeux quand ils ont écrit. Toutefois ils ne parlent pas toujours exactement des mêmes choses et sur les points communs ne sont même pas entièrement d'accord.

Tous trois désignent en premier lieu les roches blanches, comme donnant la meilleure chaux. Il s'agit ici évidemment de la craie et des autres calcaires blancs qu'on trouve aux divers étages géologiques, et qui sont susceptibles, par leur pureté, de donner de bonnes chaux grasses. Il en est de même des pierres dures, formant des bancs épais, comme celles du terrain jurassique moyen, au-dessus de l'*oolithe*. Composés de carbonate de chaux à peu près pur, ces calcaires, très bons comme pierres de construction, peuvent certainement fournir des chaux grasses de première qualité. Les pierres colorées semblent à Pline, comme à Caton, défectueuses pour la chaux; la coloration étant la plupart du temps l'indice de la présence de sels minéraux, de substances argileuses ou marneuses, ils les écartaient sans doute comme moins pures.

Il est évident qu'on ne peut donner au mot *silex*, dans les textes de Vitruve et de Pline, son sens propre de *silice*, *silex*, en français : un silex ne contient pas de chaux. Placé à côté de *saxo*, il faut sans doute entendre par le mot *silice*, chez Vitruve, la *caillasse*, le calcaire à l'état noduleux et fragmentaire, comme celui qui se trouve par exemple à la base du *lias*, en bancs séparés par des lits de marnes à gryphées arquées, et qui s'exploite bien comme pierre à chaux; ou comme ces calcaires concrétionnés, à texture fibreuse, qu'on observe dans les cavernes, dans diverses roches conglomérées des terrains neptuniens, dans les limons quaternaires, au pied de certains escarpements, et dans le lit de quelques rivières. Ce sont probablement ces derniers que Palladius désigne sous le nom de *saxum columbinum fluviale*. Pourquoi *columbinum* ? Peut-être à cause d'une certaine teinte grisâtre? On ne peut savoir au juste.

Ces calcaires fragmentaires, admis par Vitruve, étaient réprouvés par Pline, sur la foi de Caton : « *ad utrumque damnatur*

ex silice. » Question d'appréciation. Peut-être Caton n'en connaissait-il que des variétés de qualité inférieure; et Pline, comme presque toujours, est un simple écho.

Par les mots *fistuloso* et *spongia,* il ne faut pas entendre, comme on l'a fait souvent, la lave ou la pierre ponce, qui ne contiennent pas de chaux, mais les calcaires plus ou moins poreux pénétrés de fossiles, tels le calcaire pisolithique situé au-dessus de la craie blanche, au sommet du terrain crétacé supérieur, ou les calcaires coquilliers, entre autres le calcaire grossier de l'éocène moyen. Ce *saxum fistulosum* convient, disent Vitruve et Pline, plutôt aux enduits (*tectoriis*) qu'à la construction. Pourquoi cela? D'abord de quels enduits s'agit-il? Non pas sans doute des revêtements de bassins et d'aqueducs, ou autres garnissages analogues, mais simplement des crépis pour les murailles. Les calcaires poreux dont je viens de parler sont souvent imprégnés de matières étrangères, spécialement d'oxyde de fer, et ne donnent guère que des chaux maigres, n'ayant pas le liant et l'onctueux nécessaire pour faire de très bons mortiers, mais d'un excellent emploi à l'état naturel, en lait de chaux, pour enduire les surfaces.

La préférence de Pline pour la pierre de carrière, comparativement à celle qu'on recueille au bord des rivières, est toute naturelle. Il entend probablement par cette dernière certains blocs calcaires plus ou moins gros provenant de la désagrégation des roches rongées par le courant dans les vallées escarpées, plutôt que des cailloux roulés, exclus déjà par la phrase précédente. Les pierres de carrière, n'ayant subi aucune altération par les éléments, sont évidemment plus pures. Mais on est quelque peu surpris de ce que Pline cite la pierre meulière comme un calcaire, étant donné que cette pierre est de nature siliceuse. Cela s'explique pourtant. Les formations lacustres qui ont donné naissance aux pierres meulières se composent de calcaires siliceux dans lesquels la silice est en général très prédominante : ce sont ces derniers qu'on emploie de préférence pour les meules de moulins et qu'on appelle par suite plus proprement meulières ; mais il en est d'autres un peu plus riches en chaux qu'on peut encore employer à cet usage, comme certains calcaires tufacés très durs, le travertin, par exemple, pierre de Tivoli (Tiburtinum saxum). La chaux obtenue par la calcination de

ces pierres devait être une chaux maigre, mais qui contenait en elle-même par la silice mélangée un bon élément de mortier.

En résumé, d'après l'examen de ces textes, les Romains distinguaient et utilisaient en fait de chaux :

1° *Les chaux grasses*, provenant de calcaires de carrière, blancs et purs, soit disposés en couches épaisses, soit fragmentaires, bréchiformes, ou lamellaires. Ils s'en servaient presque exclusivement pour la construction. Les chaux de nos aqueducs sont toutes de cette nature.

2° *Les chaux maigres ordinaires*, provenant de calcaires poreux, coquilliers, fossilifères, ou ayant subi à l'air libre des altérations. On les préférait pour les crépis et enduits.

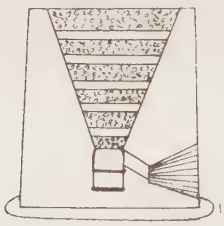


Fig. 105. — Four à chaux primitif, à feu continu.

Fig. 106. — Four à chaux sommaire, à feu intermittent.

3° *Les chaux maigres siliceuses*, provenant de certaines meulières ou de travertins; on les appréciait probablement à cause de leur silice, pour le mortier.

Quant aux procédés de calcination de la pierre calcaire, ils ne pouvaient être en principe différents de ceux que nous employons nous-mêmes. Bien que les auteurs anciens n'en parlent pas, les deux manières, à feu continu et à feu intermittent, devaient être usitées [1]. Il est possible qu'il y ait eu des fours permanents

1. La première (fig. 105) consiste à disposer dans un four très simple, en entonnoir, dont le fond est constitué par quelques barreaux de fer formant grille, des couches alternées de calcaire et de combustible. On fait tomber au moyen de ringards la couche inférieure à mesure que la cuisson s'achève. Dans la seconde (fig. 106), la grille est remplacée par une sorte de voûte formée pour chaque cuisson avec de grosses pierres entre lesquelles on ménage quelques vides pour donner passage à la flamme du foyer allumé au-dessous. Par-dessus la voûte, on entasse la pierre seule, en diminuant de bas en haut la grosseur des morceaux. Quand toute la charge est calcinée, on la retire en démolissant la voûte, et l'on recommence l'opération.

construits près des carrières. Mais le cas le plus fréquent devait être celui des fours établis sommairement non loin du chantier de construction, ce qui épargnait les précautions à prendre pour la conservation de la chaux vive à l'abri de l'humidité, son extinction se faisant aussi à mesure des besoins.

On peut se représenter ces fours de campagne d'après les deux types de la page précédente, ou la disposition en meule, figurée ci-contre (fig. 107). C'est probablement d'une calcination de ce dernier genre que provient la chaux de certains échantillons de béton que j'ai recueillis aux aqueducs de Lyon (aqueduc de Craponne, branche du Pirod). La pâte de chaux est presque pure, parsemée de petits brins de charbon de bois. Les proportions de combustible et de pierres ne pouvant se déterminer avec précision comme dans un four maçonné et de profil régulier, on avait dû mettre un excès de combustible (bois ou charbon de bois), pour éviter les incuits.

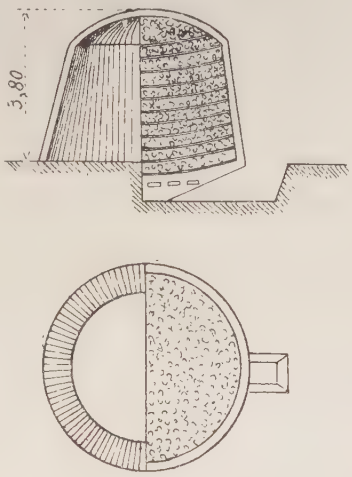


Fig. 107. — Four à chaux en meule.

B. — Chaux-ciments, pouzzolanes et tuileaux[1].

L'examen des constructions anciennes et la lecture des textes latins techniques ne nous font rien reconnaître en fait de ciments

1. Les ciments *naturels*, qu'on appelle improprement quelquefois *ciments romains*, ne sont pas autre chose que des chaux hydrauliques contenant au-dessus de 35 et jusqu'à 60 °/₀ d'argile. Ils ne fusent pas en présence de l'eau et doivent être réduits en poussière, puis gâchés pour pouvoir former la pâte. Ils sont *à prise lente*, lorsque, plongés sous l'eau, ils ne durcissent qu'au bout de quelques heures; *à prise rapide*, lorsqu'il leur suffit de quelques secondes. Leur résistance est généralement plus grande quand la prise est moins rapide. Les ciments de Vassy, de Pouilly, sont à prise rapide: ceux de Portland, de Boulogne, à prise lente.

Les ciments *artificiels* sont obtenus en broyant de la craie avec une argile bien choisie et en soumettant le mélange à la cuisson. Mais on les obtient aussi (c'est le procédé Vicat) en formant une pâte avec de l'argile et de la chaux grasse éteinte en poudre. Ce mélange, séché, est soumis, comme les autres ciments, au gâchage avec de l'eau au moment de l'emploi. Sa prise est lente et ne commence que plusieurs heures après le gâchage.

La *pouzzolane* naturelle est une matière minérale pulvérulente provenant des roches d'origine volcanique. Son nom lui vient de ce qu'elle se trouve en quantité dans les environs de Naples et de Pouzzoles. Mais on en trouve aussi aux environs de Rome et,

naturels proprement dits[1], et c'est par le plus bizarre des contre-sens que les modernes ont appelé *ciments romains*, dans le langage courant, précisément une matière que les Romains n'ont jamais utilisée dans la construction. Cette bizarrerie s'explique par ce fait que lorsque l'usage des ciments de Vassy ou de Portland se répandit, on assimila naturellement et justement la dureté des mortiers qu'ils formaient à celle des mortiers romains de pouzzolane ou de tuileaux. Quant au mot lui-même, *ciment*, qui provient de *caementum*[2], moellon, il s'explique aussi par ce fait que les constructions romaines consistent en moellons noyés dans du mortier, lequel est souvent du mortier de tuileaux, du ciment. On a désigné à la longue le tout par une des parties, puis l'autre partie par le tout ainsi appelé, ce qui a donné le contre-sens.

La pouzzolane, au contraire, est d'usage romain. « *Est etiam genus pulveris quod efficit naturaliter res admirandas. Nascitur in regionibus Baïanis et in agris municipiorum quae sunt circa Vesuvium montem. Quod commixtum cum calce et caemento non*

généralement, dans toutes les régions volcaniques, tantôt naturellement pulvérulente, tantôt en blocs faciles à réduire en poudre. Telle est la pouzzolane ou *trass* d'Andernach, aux bords du Rhin.

Les pouzzolanes sont essentiellement composées d'argile combinée avec un peu de chaux, de potasse, de soude, de magnésie et d'oxydes de fer. Elles contiennent de 60 à 90 parties d'argile, et le surplus en chaux, avec 1 ou 2 % des quelques éléments qui viennent d'être énumérés. Il est rare qu'elles puissent être employées seules, car elles forment difficilement pâte avec l'eau. On les utilise à l'état de mortier en les mélangeant avec une certaine proportion de chaux grasse.

On fabrique des pouzzolanes artificielles avec des pierres calcaires qui renferment moins de 40 % de carbonate de chaux et dont la calcination fournit un produit composé de 70 à 90 parties d'argile avec 30 à 10 parties de chaux. Ce produit, mélangé avec de la chaux grasse, donne, comme la pouzzolane naturelle, un mortier hydraulique qui durcit rapidement sous l'eau. On peut aussi en fabriquer avec des scories de forge.

Mais il est un ciment artificiel très anciennement connu, usité bien avant les ciments naturels et sans doute avant la pouzzolane ; c'est celui qu'on appelle le ciment ordinaire, ou *ciment de tuileaux*, et qui est plutôt une sorte de pouzzolane artificielle qu'un ciment proprement dit. On l'obtient en pulvérisant et en tamisant de l'argile cuite, c'est-à-dire des débris de tuiles, briques et poteries. Cette poudre, qui ne contient jamais plus de 10 % de chaux, ne peut, bien entendu, être employée seule ; mais si on la mélange avec de la chaux grasse, elle donne un mortier assez hydraulique et qui acquiert à la longue une grande dureté.

1. D'où vient qu'on n'ait pas utilisé des matières si avantageuses ? On pourrait dire que les opérations diverses qu'elles exigent, calcination très soignée, extinction en paniers pour la chaux hydraulique, gâchage pour les ciments, blutage, conservation en vases clos, sont des opérations bien plus délicates que celles qui suffisent pour la chaux grasse. Mais, sans donner tant de raisons, ne sait-on pas comment naissent si souvent les industries ? Pourquoi aussi n'exploitait-on pas davantage la houille, que cependant l'on connaissait bien ? Il en est de même d'une quantité de découvertes : à l'usage elles paraissent si simples qu'on est étonné de n'y avoir pas songé plus tôt.

2. Le radical de *caementum* est, probablement, *caed* (coudre, tailler, couper), *caedmentum*.

modo ceteris aedificiis praestat firmitatem, sed etiam moles, cum struuntur in mari, sub aqua solidescunt [1]. »

« Il existe aussi une espèce de poudre à laquelle la nature a donné des propriétés admirables. Elle se trouve dans la région de Baïes et dans les terres des municipes qui entourent le mont Vésuve. Mêlée avec la chaux et le moellon, non seulement elle donne de la solidité aux édifices ordinaires, mais encore les môles qu'elle sert à construire dans la mer acquièrent, sous l'eau, une grande consistance. »

L'auteur donne ensuite les raisons de ce phénomène d'après ses vagues théories physiques. C'est insignifiant. Du moins nous avons affaire chez Vitruve à un homme du métier qui sait que la pouzzolane doit être mélangée à de la chaux pour être utilisable. Il indique même les proportions du mélange : deux parties de pouzzolane contre une de chaux [2]. Pline [3], au contraire, semble ne pas se douter de l'addition de chaux nécessaire. Mais l'un est un ingénieur; l'autre n'est qu'un savant.

La pouzzolane s'employait donc partout où il y avait à exécuter des maçonneries destinées à rester sous l'eau. On l'expédiait dans les divers pays; elle suppléait à l'usage inconnu de la chaux hydraulique ordinaire. On pouvait cependant la remplacer, dans la plupart des cas, par le ciment de tuileaux. C'est ainsi qu'aux aqueducs de Rome, la pouzzolane a été très employée, mais le ciment de tuileaux encore bien davantage. A ceux de Lyon, toutes les parties de maçonnerie en contact avec l'eau, dans le lit des ruisseaux ou dans les terrains humides, tous les revêtements intérieurs des cuvettes, tous les massifs demandant l'étanchéité en même temps que la solidité renferment le tuileau en plus ou moins grande proportion. On peut dire qu'il y avait encore bien plus de maçonneries romaines comportant le tuileau que de constructions actuelles à la chaux hydraulique, dont cependant

1. Vitruve, II, 6.

2. « *Uti in mortario duo ad unum respondeant.* » (Vitruve, V, 12). C'est bien la proportion encore usitée maintenant pour les pouzzolanes d'Italie.

3. « Quis satis miretur pessimam ejus partem, ideoque pulverem appellatum in puteolanis collibus, opponi maris fluctibus; mersumque protinus fieri lapidem unum inexpugnabilem undis et fortiorem quotidie, utique si Cumano misceatur caemento. »

Le *caementum Cumeanum*, n'est pas du « *ciment de Cumes* », comme le porte la traduction de Littré; ce sont sans doute de petits moellons qui, avec le mélange préalable dont Pline ne parle pas, donnaient un béton.

l'emploi s'est fort répandu. Cela se comprend assez, eu égard aux avantages économiques du tuileau sur la pouzzolane[1], et à l'abondance des constructions en briques, des tuiles et poteries de toute espèce à l'époque romaine; la confection directe de la chaux hydraulique n'était pas nécessaire.

Vitruve ne dit qu'un mot du tuileau pulvérisé, sans faire aucune allusion, ni à ses propriétés hydrauliques, ni à son usage si répandu. Il le recommande simplement comme susceptible d'améliorer les mortiers, sans dire comment ni pourquoi; la proportion qu'il indique est de 1/3 sur le sable qu'on emploie pour le mortier[2].

1. On ne connaissait d'ailleurs que celle de Naples, ou tout au moins celle-là seule était exploitée. Vitruve semble même ne pas connaître celles de la région romaine, cependant d'une qualité supérieure à celle du Vésuve, et de nos jours employées de préférence. D'après ce qu'il dit (v, 12), les fondations à la mer avec cette pouzzolane ne se faisaient pas facilement par coulage de béton; on préférait construire sur plate-forme provisoire un massif que l'on n'immergeait qu'au bout de deux mois, quand il était bien desséché. En fait, on reconnaît actuellement que les mortiers de pouzzolane du Vésuve résistent mal à l'eau de mer sans dessiccation préalable à l'air, au lieu que les mortiers de pouzzolane de Rome peuvent, non seulement faire prise, mais demeurer très solides avec l'immersion instantanée. (Cf. un article de Vicat dans les Annales des ponts et chaussées : *Examen de quelques pouzzolanes*, 1849).

Voici la composition de plusieurs pouzzolanes d'Italie.

Pouzzolanes de la baie de Naples.

	BRUNE	GRIS FONCÉ	GRIS CLAIR
Sable	2,50	2,50	1,50
Silice	44,00	41,50	42,00
Alumine	10,50	16,50	15,50
Chaux	10,00	10,00	9,50
Magnésie	traces	3,00	4,40
Peroxyde de fer	29,50	15,50	12,50
Eau	2,50	3,00	3,33
Principes volatils et solubles.	1,00	6,00	10,27
	100,00	100,00	100,00

Pouzzolane de Saint-Paul, près de Rome.

Silice	45,00
Alumine	14,80
Chaux	8,80
Magnésie	1,70
Potasse	1,40
Soude	1,10
Peroxyde de fer	12,00
Eau	9,20
	100,00

2. « Etiam in fluviatica aut marina (harena) si quis testam tunsam et succretam ex tertia parte adjecerit efficiet materiae temperaturam ad usum meliorem. » (II, 5.)

« Si au sable de rivière ou de mer on voulait encore ajouter 1/3 de tuileaux broyés et passés au crible, on obtiendrait une composition d'un usage encore meilleur. »

C. — Mortiers[1].

Vitruve fournit sur les mortiers romains quelques données précises[2]. Nous savons par lui que le mortier ordinaire se faisait par un mélange de 3 de sable pour 1 de chaux, si l'on employait du sable fossile ; si c'était du sable de rivière ou de mer, 2 de sable et 1 de chaux. Cette différence de proportion d'après la nature du sable et non d'après celle de la chaux est à remarquer. Vitruve se place sans doute dans le cas de beaucoup le plus général, celui où la chaux employée était une chaux grasse très pure. Les sables fossiles, contenant souvent une certaine proportion d'argile et d'autres matières étrangères, divisent moins bien le mélange : il en faut donc un peu plus ; ils forment aussi des combinaisons avec la chaux, ce qui est autant de soustrait à leur action mécanique : autre raison de forcer la dose. Vitruve reconnaît bien l'infériorité de ce sable relativement au sable de rivière. « Il faut l'employer au plus tôt, dit-il, après son extraction de la carrière, sans quoi il se dissout et devient

1. Quand on mélange la chaux ou le ciment proprement dit avec du sable, ou bien la chaux avec la pouzzolane ou le tuileau, on a ce que l'on nomme un mortier. Le simple mélange chaux et sable est le mortier ordinaire. Les autres mélanges sont dits mortiers de ciment, ou, suivant la façon de parler usuelle, ciments.

Le sable a pour principal rôle celui de diviser la chaux, ce qui facilite la prise en permettant à l'acide carbonique de l'air de pénétrer plus facilement le mortier ; il réduit le prix de la matière employée à volume égal ; de plus, il s'oppose aux retraits qui peuvent avoir lieu pendant le durcissement.

Les sables quartzeux, de rivière ou de carrière, à grains fins et arrondis, sont ceux qui se mélangent le mieux avec la chaux. Parmi les sables de carrière, on distingue les sables *fossiles*, ou de sédiment, et les *arènes* ou *sablons* qui proviennent de la décomposition spontanée des roches. Le sable marin est rejeté à cause de la présence du sel qui lui laisse la propriété d'absorber l'humidité.

La proportion du mélange est d'une partie de chaux pour 2 1/2 de sable, pour la chaux grasse, en pâte. Pour les chaux hydrauliques (éteinte en pâte ou éteinte en poudre et ramenée à l'état de pâte par addition de 3 à 4 % d'eau), de 1 de chaux pour 2 de sable. En principe, on ne doit pas ajouter d'eau dans le mélange : c'est la manipulation qui doit donner le degré de plasticité nécessaire.

On ajoute quelquefois un peu de sable aux mortiers de pouzzolane ou de tuileaux, et à l'inverse un peu de pouzzolane ou de tuileaux aux mortiers de sable. Les ciments proprement dits s'emploient parfois seuls, en particulier pour les scellements et les enduits d'ornementation, mais le plus souvent, et en particulier pour les revêtements de citernes, bassins, réservoirs, radiers d'aqueducs, on les emploie à l'état de mortier en les mélangeant avec la moitié de leur volume de sable ou volume égal. L'eau nécessaire au gâchage de ce mortier doit être au plus égale à la moitié du volume du ciment. Enfin, on appelle mortier *bâtard* celui qu'on obtient en renforçant par du ciment le mortier de chaux et de sable.

2. II, 5.

terreux [1]. » Conformément à une bonne pratique, qui n'a pas cessé d'être suivie, il déclare que le meilleur indice d'un bon sable est d'être craquant, et, projeté sur un vêtement blanc, de n'y laisser aucune trace, une fois secoué. Quant au sable marin, bien qu'il l'admette (*non minus etiam de litore marino*), il se rend bien compte de ses fâcheuses propriétés hygrométriques ; il constate que ce sable sèche difficilement, empêche à cause de cela d'élever rapidement les murs, et ne peut convenir à la construction des voûtes ; enfin, qu'il détermine sur les crépis la formation de salpêtre (*remittentes salsuginem*).

Le sable employé aux aqueducs de Lyon pour la confection des mortiers était un sable très quartzeux, provenant, soit des fleuves et rivières de la région, soit des arènes granitiques assez répandues parmi les roches primitives qui constituent le terrain sur le parcours de la plupart de ces aqueducs [2].

L'homogénéité remarquable des mortiers romains révèle le soin extrême apporté à leur préparation. Jamais on n'y trouve aucun nodule de chaux isolé du sable, non plus qu'aucun carbonate incuit. Voilà où il faut chercher surtout la raison de la supériorité de ces mortiers, comparativement à nos mortiers communs, qui si souvent s'effritent et se cassent. Tous les architectes savent avec quelle difficulté on obtient des maçons qu'ils fassent des dosages exacts, qu'ils ménagent le volume d'eau versé sur la chaux, qu'ils y mêlent graduellement le sable et qu'ils emploient le temps nécessaire au corroyage. Le travail du maçon romain était donc très minutieusement surveillé et contrôlé.

Analyses et essais de mortiers et ciments provenant de Rome et de Lyon. — Voici quelques analyses de mortiers romains, de provenances diverses :

1. Il distingue ces sables fossiles d'après leur couleur : noirs, blancs, rouges; quant à celui qu'il appelle *carboncle* (*carbunculus*), ce devait être un sable de couleur brune. En suivant les divers étages géologiques on peut trouver ces couleurs, qui dépendent à peu près uniquement des oxydes métalliques. On serait bien mieux renseigné par une distinction entre sables provenant de roches éruptives et de formations sédimentaires. Mais c'est là une distinction qu'on n'était pas en état de faire au temps de Vitruve.

2. Ces arènes donnent un très bon mortier. C'est avec du sable de cette nature qu'ont été faits les mortiers pour la construction de l'aqueduc du Furens et du barrage du Gouffre-d'Enfer à Saint-Etienne.

A. Mortier de pouzzolane, gris sombre, provenant de la villa d'Hadrien.

B. Revêtement intérieur d'un mur à Herculanum, mortier-ciment de tuileau, très dur.

C. Mortier brun rougeâtre, provenant de tombeaux, près de Rome.

D. Mortier du pavage en mosaïque des thermes de Caracalla.

	A	B	C	D
Chaux	15.30	29,88	19,71	25,19
Magnésie	0,30	0,25	0,71	0,90
Potasse	1,01	3,40	non dosée	non dosée
Soude	2,12	3.49	—	—
Acide carbonique	11,80	23.80	13,61	17,97
Peroxyde de fer	4,92	2,32	1,23	3,67
Alumine	14,70	9,86	16,39	10.64
Silice	41,10	33,36	36,26	30,24
Matières organiques.	2,28	1,50	—	2,48
Eau	5,20	1,00	8,20	5,50

Quelques échantillons variés, parmi ceux que j'ai recueillis, soit aux aqueducs de Lyon, soit à ceux de Rome ou de Carthage, soumis à des essais à l'écrasement, ont donné comme résistance par centimètre carré [1].

1. Revêtement des parois aux citernes de la Malga, à Carthage ..... 42[k]
2. Revêtement des parois de la cuvette de l'Anio novus, près de Tivoli 47
3. Radier de l'aqueduc du Mont-d'Or (béton de ciment de tuileau) 33
4. Radier de l'aqueduc de La Brévenne (béton de ciment de tuileau) 36
5. Revêtement de cuvette de l'aqueduc du Gier (ciment de tuileau) 110
6. Mortier de blocage à l'intérieur d'une pile (aqueduc du Gier) 120

1. Ces essais ont été faits à l'Ecole des Mines de Paris, sous la direction de M. Etienne, ingénieur des mines, professeur à l'Ecole.

Ces chiffres sont évidemment très inférieurs à ceux que donneraient des échantillons pris dans les conditions voulues, c'est-à-dire arrachés à l'intérieur d'un massif intact jusque-là, et au moment où on le démolit. Pour la plupart, ceux-ci proviennent de surfaces déjà effritées ou de blocs détachés, exposés à l'air libre depuis un certain temps ; les morceaux se prêtent d'ailleurs plus ou moins bien aux essais suivant leur volume et leur forme, et ceux-ci étaient tous trop petits et trop irréguliers. Mais précisément ces conditions très défavorables de l'épreuve, tout en ne nous permettant pas d'affirmer la supériorité du travail à tel aqueduc sur le travail exécuté à tel autre, nous prouvent que non seulement les mortiers romains atteignaient à de très hautes résistances, puisque les chiffres de 110 et 120 sont déjà par eux-mêmes fort élevés, mais encore qu'on ne descendait pas au-dessous de résistances bien plus que moyennes, car 33 et 36 kil. équivalent à celles de nos meilleurs mortiers ordinaires[1]. Somme toute, étant donné qu'en général, après un an, un mortier fait avec un tiers de bon Portland supporte environ 200 kil. par centimètre carré, un bon mortier de chaux hydraulique, 100 à 150 kil. et un bon mortier ordinaire de 30 à 35 kil , les essais dont les résultats

1. Je crois qu'on ne se tromperait guère en triplant ces deux derniers chiffres, car non seulement j'ai prélevé les échantillons dans les conditions que j'ai dites, mais pour le béton surtout, il aurait fallu de grosses masses pour pouvoir faire des essais concluants.

Au surplus, voici les résultats d'un certain nombre d'essais à l'écrasement opérés, sur des mortiers récents :

	Kilog. par centim. carré
Mortier ordinaire en chaux et sable de rivière, après 6 mois de fabrication.	35[k]
Mortier ordinaire de chaux grasse et sable, après 14 mois de fabrication..	19[k]
Mortier de chaux hydraulique ordinaire	74[k]
Mortier de chaux éminemment hydraulique	144[k]
Mortier de chaux grasse avec ciment de tuileaux pilés	48[k]
Mortier à pouzzolane de Naples ou de Rome	37[k]
Mortier en ciment de Vassy, avec moitié de sable, après 15 jours de fabrication	155[k]
Mortier de ciment de Portland de Boulogne, avec les 2/3 de sable, datant de 4 mois	92[k]
Mortier de ciment de Portland de Clairefontaine, avec les 2/3 de sable, datant de 8 mois.	98[k]
Mortier de ciment de Portland de Clairefontaine, avec moitié de sable, datant de 18 mois.	242[k]
Béton en bon mortier hydraulique, au bout de 18 mois..	40[k]

Comme on voit, là aussi les essais donnent des écarts considérables avec des matériaux sensiblement pareils ; ce qui prouve qu'il y a toujours une certaine part de hasard dans ces épreuves et qu'il faut s'en tenir à des moyennes.

sont inscrits ci-dessus ne font que confirmer ce que l'on a toujours pensé de l'excellence des mortiers, ciments et bétons romains.

D. — Bétons. [1].

J'ai déjà fait observer (p. 238, note 1) la différence essentielle des blocages romains avec les bétons; elle consiste en ce que ces blocages ne sont pas d'avance préparés par mélange de mortier et de cailloux, puis versés dans la fouille ou entre les parements. Le blocage sans compression surtout en est tout à fait distinct, ce qui se reconnaît d'autant mieux que les fragments qu'on y observe auraient été le plus souvent beaucoup trop gros pour être brassés avec le mortier. Bien entendu, il ne faut pas non plus considérer comme bétons les mortiers dans la composition desquels entrent de petits graviers de la grosseur de 1/4 de centimètre à 1 centimètre cube, faisant partie du sable lui-même; tel est presque partout le mortier qui lie les petits moellons du blocage aux piles de l'aqueduc du Gier; on resserrait plus ou moins ces moellons suivant que les graviers étaient plus ou moins menus, plus ou moins rares. Les revêtements de cuvettes et de radiers comportaient aussi presque toujours, comme j'ai eu l'occasion de le faire remarquer, de petits grains de tuileau de la grosseur d'un pois noyés dans la pâte, faite elle-

1. Le béton des constructions modernes est un mélange de mortier hydraulique avec des cailloux, du gravier ou des pierres cassées dont la grosseur varie de $0^m,03$ à $0^m,04$ et va même jusqu'à $0^m,05$ ou $0^m,06$. La maçonnerie incompressible ainsi formée est plus économique et offre plus de résistance que le mortier seul. Les proportions du mélange influent grandement sur la prise, l'incompressibilité, le degré de dureté, et l'imperméabilité du béton.

Le béton est *gras*, lorsque le volume du mortier est égal à celui des vides, ou est en excès. Il est *maigre*, lorsque le volume du mortier est inférieur à celui des vides. On cherche en général à se tenir dans la moyenne Il se compose alors de 3 à 4 parties de pierres avec 2 parties de mortier.

Le béton se fabrique sur une aire en planches et à l'abri, sous un hangar. Le mortier y est étendu; par-dessus on répand la pierre cassée et on effectue le mélange à plusieurs reprises avec des rabots, pelles, griffes en fer et pilons. On compte en général une journée d'ouvrier pour $1^{mc},30$ de béton non tassé.

Suivant le degré d'hydraulicité du mortier composant, les bétons sont à prise plus ou moins rapide; quand le mortier est un mortier de ciment, il faut hâter la confection et l'utilisation du produit.

Quand le béton doit être employé à sec, on l'amène à pied d'œuvre dans des brouettes ou des conduits en planches. On l'étend dans la fouille par couches successives de $0^m,15$ à $0^m,20$ d'épaisseur. Chaque couche est battue avec de lourds pilons, pour répartir bien uniformément le mortier dans la masse. Quand le béton est destiné à établir des fondations sous l'eau, on le fait couler au fond, soit par des trémies, sortes de cheminées mobiles, soit par des caisses que l'on renverse ou dont on ouvre le fond au moyen de cordes et de leviers.

même de ciment de tuileau. Il faut distinguer avec soin ces revêtements, des gaines et fonds de radiers qui, formés de la même pâte de mortier-ciment, contenaient, agglomérés dans cette pâte, des fragments de briques ou tuiles de 2 à 5 centimètres cubes. Aussi ai-je toujours, dans la description, réservé le mot de *ciment* pour les revêtements, et de *béton* pour les gaines et fonds recouverts.

Vitruve[1] parle du béton en termes explicites, à propos de la construction des citernes. C'est l'*opus signinum*. « In signinis autem operibus haec sunt facienda. Uti harena primum purissima asperrimaque paretur, caementum de silice frangatur ne gravius quam librarium, calce quam vehementissima mortario mixta ita ut quinque partes arenae ad duas respondeant. Eorum fossa ad libramentum altitudinis quod est futurum calcetur vectibus ligneis ferratis. Parietibus calcatis in medio quod erit terrenum exinaniatur ad libramentum infimum parietum. Hoc exaequato solum calcetur ad crassitudinem quae constituta fuerit ». « Le bétonnage s'opère ainsi : On prépare du sable très pur et très graveleux ; on casse de la pierre dure en cailloux d'une livre (326 gr.) au plus ; on fait un mortier de chaux très fusante, contenant cinq parties de sable contre deux de chaux, auquel on ajoute les cailloux. Un fossé creusé à la profondeur que doit avoir la citerne est rempli de ce mélange qu'on bat avec des pilons en bois à semelles de fer. Les murs ainsi faits par pilonnage, on enlève le massif de terre qu'ils entourent jusqu'au niveau de leur base. Puis on égalise le fond et on y fait le pilonnage du mélange jusqu'à l'épaisseur voulue. »

Il n'y a rien à ajouter à cette description, qui montre que le bétonnage à sec ne s'opérait pas autrement qu'à notre époque[2]. On voudrait trouver une description du procédé par simple compression, et une indication des cas où il était préféré au bétonnage ; de même une mention de la fréquence des bétons constitués comme ceux qu'on trouve aux aqueducs, par ciment de tuileau et fragments de briques. Mais nous avons assez vu

1. VIII, 6, 214.

2. Vitruve parle ailleurs (V, 12) du bétonnage sous l'eau, à propos de la construction des ports.

qu'on n'en est pas à regretter chez Vitruve seulement quelques lacunes.

Le bétonnage des radiers n'a donc besoin d'aucune description spéciale. Cependant, je dois rappeler ici un exemple particulier : c'est celui du bétonnage qui se voit à l'une des branches accessoires de l'aqueduc de Craponne [1], où radier, piédroits et voûte, tout est en béton de tuileaux ; les fragments sont très volumineux et la pâte est faite de chaux presque pure, légèrement colorée d'un peu de poudre de brique ou de poterie jaune pilée. On trouve un canal romain de construction toute semblable, paraît-il, au Mans : la seule différence est que le béton est fait de cailloux et de pierres cassées au lieu de fragments de briques.

Pour établir ces conduites, on devait faire le fond d'abord, puis, pour les parois et le dessus, disposer un gabarit avec des planches écartées et soutenues par des tasseaux ; on appliquait le béton tout autour ; puis on faisait glisser les tasseaux, et on retirait le gabarit plus loin. C'est par un procédé analogue que se font nos conduites bétonnées actuelles.

Quant aux revêtements des parois, en mortier de ciment, on pouvait les opérer, soit en s'aidant de gabarits, soit comme les autres enduits, par simple pose à la truelle ; après les avoir soigneusement dressés et polis, et avoir fait les raccords par solins ou pans coupés avec le revêtement du radier, on passait par-dessus le tout la fine couche de chaux mêlée de tuileau en menue poudre, qui formait une surface absolument lisse.

II. — Matériaux de structure

« De ipso autem muro e qua materia struatur aut perficiatur, ideo non est praefiniendum quod in omnibus locis quas optamus copias, eas non possumus habere. Sed ubi sunt saxa quadrata, sive silex, seu caementum, aut coctus later sive crudus, his erit utendum [2]. »

« Quant aux matériaux qui doivent entrer dans la construction ou le parachèvement des murailles, on ne peut les spécifier

1. V. ci-dessus, p. 72.
2. Vitruve, I, 5.

strictement, parce qu'on ne peut avoir dans chaque localité toutes les ressources qu'on voudrait. Il faut donc utiliser ce qu'on trouve à sa portée, pierres de taille, cailloux, moellons, brique cuite ou crue. »

Ce principe de s'accommoder de ce que l'on a sous la main, énoncé ici par Vitruve à propos des remparts de villes, est applicable à toutes les constructions romaines, et s'accorde à merveille avec l'esprit d'économie et d'ingéniosité pratique qui a guidé et suivi les Romains partout. Il apparaît dans leurs aqueducs de Lyon, entre autres, avec une clarté manifeste.

A. — Briques.

Etablis dans une région où le sol est constitué par une roche dure, mais facile à débiter en moellons, les aqueducs de Lyon ne nécessitaient pas pour leur construction l'emploi de la brique, dont la résistance, quelle que soit la qualité, est toujours inférieure à celle de la pierre de qualité moyenne. Mais des bancs d'argile se rencontrent aussi en bien des endroits aux alentours de Lyon, et au pied du massif du mont Pilat, de sorte que la brique n'étant pas rare dans le pays pouvait facilement être mise en usage, soit pour certaines assises, comme nous avons vu, soit pour entrer à l'état de fragments ou de poussière dans la composition des mortiers et bétons.

Ce sont des briques cuites qui étaient employées aux aqueducs de Lyon [1]. Vitruve ne s'occupe que de la brique crue : il donne des indications et des conseils, d'ailleurs fort justes, sur l'époque du moulage, la durée du séchage, et les inconvénients qui résultent de l'insouciance à ce sujet [2].

Il indique trois espèces de terre à brique : *terra albida cretosa*[3],

1. D'après Varron, l'usage de la brique cuite était spécialement répandu en Gaule « E lateribus coctilibus, ut in agro gallico. » (*De Re rustica*, I, 14.)

2. II, 3.

3. Il est à peine utile de faire observer que le mot *creta* n'est pas seulement pris par Vitruve et les autres auteurs techniques dans le sens de craie, mais désigne aussi toute espèce de terre grasse, blanche ou non, peu favorable à la culture, bonne pour le lutage et pour la poterie (Varron, *De Re rustica*, I, 7 ; — Caton, 34 et 39 ; — Pline, XIV, 25, XXXI, 28 ; — Virg. Géorg, I, 179 ; — et surtout Columelle III, 11) : « Cretosa humus utilis habetur viti : nam per se ipsa creta, qua utuntur figuli, quamque nonnulli argillam vocant, inimicissima est. »

terra rubrica, et *masculus sabulo*. Les deux premières sont l'argile plastique, quelquefois blanche, en effet, mais le plus souvent colorée en rouge, sans que sa pureté en soit sensiblement altérée. Quant au *masculus sabulo* (sablon mâle), on ne sait pas au juste à quoi correspond cette expression ; il s'agit probablement de ces argiles maigres, ou plutôt de ces sables fortement imprégnés d'argile, qui à la cuisson se dessèchent bien, sans se tourmenter ni se gercer, mais qui fournissent des briques poreuses, absorbant l'eau, friables et peu consistantes. Peut-être cette matière, employée crue, était-elle meilleure. Vitruve n'en indique d'ailleurs l'emploi qu'exceptionnellement, puisqu'il dit : « *Sive de rubrica, aut etiam masculo sabulone.* »

Il est plus explicite en ce qui concerne les dimensions adoptées, soit par les usages traditionnels romains, soit par la pratique des Grecs. Mais il devait y avoir beaucoup plus de types que ceux qu'il énumère[1]. Il ne cite que le λύδιος, d'un pied de long sur 1/2 de large, qui était la brique usuelle romaine, paraît-il, puis la brique carrée dite τετράδωρον, de quatre palmes[2] ou un pied de côté, et le πεντάδωρον, de cinq palmes, soit $0^{m},37$. Or, on voit dans toutes les constructions romaines des briques de dimensions bien plus grandes. Les briques que nous trouvons aux piliers et aux voûtes de l'aqueduc du Gier, par exemple, ont environ $0^{m},60$ de côté, un peu moins ou un peu plus, soit de vingt-deux pouces à deux pieds, avec deux pouces d'épaisseur, $0^{m},05$[3]. Ailleurs, on en cite de $0^{m},75$ de côté, épaisses de $0^{m},075$. On ne peut dire qu'il y eût vraiment des types fixes. Cela dépendait des régions et de ce qu'exigeaient les différentes constructions. Quant aux fours à cuire les briques, ils ne devaient rien présenter qui les différenciât beaucoup des plus simples que nous employons. Aussi, quand on prétend en avoir reconnu des restes évidents non loin du parcours de l'aqueduc du Gier, à Terrenoire et à Chagnon, il faut se demander si ces restes, qui ont maintenant tout à fait disparu,

1. C'est là un indice, parmi tant d'autres, de la manière dont le livre de Vitruve a été composé. Il abonde en classifications purement théoriques, et par suite restreintes, défaut si habituel des traités didactiques, des *cours*.

2. La palme (mineure) était de $0^{m},0739$.

3. Les indications en pouces sont données par Delorme ; il s'agit du pouce français. Vitruve ne donne aucune indication d'épaisseur.

étaient bien des ruines romaines. Il n'y aurait rien là d'impossible, mais ce n'est pas certain.

Rien de certain non plus sur la provenance des briques de l'aqueduc : elles ne portent, toutes celles du moins que j'ai pu voir entières, aucune marque imprimée. L'habitude des fabricants était pourtant, dans les provinces comme à Rome, d'inscrire leur nom sur les tuiles et briques, comme sur tous les autres ouvrages de poterie et de céramique. On a trouvé à Lyon ou aux environs ces marques de poinçons sur nombre d'échantillons que mentionne de Boissieu dans son ouvrage [1], mais aucun ne paraît provenir des aqueducs. Il n'est pas sans intérêt toutefois de remarquer que parmi ces *cretarii* ou *negotiatores artis cretariae*, qui avaient chacun leur estampille spéciale, il y en avait qui devaient exercer cette industrie ou ce commerce en grand, puisque certaines de ces briques trouvées à Lyon venaient de loin. C'est ainsi que se rencontre, plusieurs fois répété, le nom d'un certain *Clarianus*, dont l'atelier, d'après l'interprétation de Boissieu, devait être situé au voisinage d'Antibes [2]. On trouve ce nom « dans nos

1. *Inscriptions antiques de Lyon*, p. 434, suiv.

2. Les marques de ce potier figurent sous les numéros 35, 36 et 37 de la liste. Je les ai reproduites ci-dessous, fig. 108.

Fig. 108. — Marques de potier.

35. *Clariana.*
36. *Clarianumada.*
37. *Clarianus.*

Par confrontation avec une autre brique de *Clarianus*, exhumée à Vienne, et portant au-dessous du nom les lettres

A DECI ALP

M. de Boissieu propose d'interpréter les trois dernières lettres ADA de *Clarianumada* par *Ad Deciates Alpinos*. Or, Antibes était dans la région des Déciates, et Pline classe ce peuple parmi les *populi Alpini* (*Hist. nat.*, III, 7). — Quant à l'M dans *Clarianumada*, ce serait la première lettre de *Magnarius*, surnom de *Clarianus*.

Quoi qu'il en soit, ce potier n'écoulait pas ses produits simplement sur place, puisqu'on trouve ses briques dans toute la région entre le Rhône et les Alpes.

provinces, presque partout où l'on découvre des ouvrages anciens ayant exigé l'usage des briques. On le rencontre à Aix en Savoie, à Uriage en Dauphiné, à Lyon, à Vienne, à Vaison, à Die, à Carpentras, à Avignon, etc. » Une fourniture importante, pour une entreprise de travaux publics, devait être confiée de préférence à l'un de ces gros industriels. Néanmoins, si les travaux étaient exécutés dans une région pourvue de bancs d'argile, il est assez vraisemblable que les briques se soient confectionnées suivant les besoins de l'entreprise, par les propres ouvriers de celle-ci. On s'explique mieux ainsi l'absence de marques à celles de l'aqueduc du Gier. On n'appose guère sa marque de fabrique sur des objets qu'on se fournit à soi-même, surtout si elle doit être cachée [1]. D'autre part, il n'est pas impossible que dans un lot de fournitures publiques, quelques-unes des briques seulement fussent marquées.

Assurément la découverte d'une empreinte sur une de ces briques d'aqueducs offrirait un vif intérêt. Supposons, par exemple, qu'on y lise le nom d'une légion, le numéro d'un corps militaire quelconque, comme cela s'est lu fréquemment sur les briques d'autres ouvrages construits par l'armée romaine, on aurait la preuve absolue de la collaboration des troupes aux aqueducs de Lyon. Il manque jusqu'ici une preuve matérielle de ce genre.

B. — Pierres.

Il n'y a guère à revenir sur la description des pierres qui ont servi à la construction de nos quatre aqueducs. Gneiss, micaschistes ou granits, pris sur place, ont été la matière principale pour ceux du Gier, de La Brévenne et de Craponne, ainsi que les calcaires jurassiques pour l'aqueduc du Mont-d'Or. Le système d'appareil extérieur, de blocage intérieur, de confection des voûtes, a été commandé assurément par la nature de ces matériaux qu'on avait sous la main. L'appareil réticulé

1. Entrepreneurs ou architectes n'inscrivaient leurs noms qu'exceptionnellement sur les monuments qu'ils avaient construits. On en aurait un exemple à Lyon. Artaud (*Lyon souterrain*, p. 74), a lu le nom d'un certain Quintus Valerius (Q.-Val.) gravé sur plusieurs pierres de taille soutenant la muraille de Saint-Just. Ce devait être le constructeur.

avait beau être à la mode au moment où s'est construit l'aqueduc du Gier, il est probable que si le sol qu'il sillonne eût offert de beaux blocs pour la taille, on n'eût pas hésité à le construire en grand appareil. De même, on eût façonné la couverture de l'aqueduc du Mont-d'Or en plein cintre avec voussoirs, si l'on n'eût rencontré sur toutes ces pentes des calcaires se détachant en larges assises qui pouvaient, sans taille, s'appliquer sur les montants des piédroits pour former couvercles. Leurs surfaces étaient d'autre part peu propres, à cause de la rugosité que leur donnent les fossiles, à faire de bons voussoirs ainsi à l'état brut, tandis que les micaschistes des terrains primitifs présentaient d'eux-mêmes les surfaces lisses qu'il fallait. La règle générale était si bien de profiter des matériaux existant sur place que l'on peut reconnaître le changement de terrain entre deux ponts de l'aqueduc du Gier, à voir les pierres différentes qui garnissent l'intérieur des piles, fragments fournis par les déblais des tranchées. Ainsi, près de Saint-Chamond, les blocages sont faits surtout d'un certain grès houiller grossier, caractéristique de l'étage; à partir de Chagnon, où l'on s'écarte de la cuvette houillère, ce grès disparaît complètement.

Vitruve (II, 7), en passant en revue les différentes pierres à bâtir fournies par le sol de l'Italie, les apprécie très judicieusement suivant leur dureté[1], leur résistance à l'écrasement[2], leur aptitude à la taille[3], leur façon de se comporter au feu[4], à la mer[5], et surtout à l'air[6], au froid et à la neige[7]. On n'a pas à se placer à d'autres points de vue. Bien qu'il reconnaisse que les qualités des unes et des autres ne soient pas toujours comparables[8], Vitruve semble donner la préférence à la pierre d'Albe, le péperin et ses variétés. C'est un tableau juste, mais restreint, tout à fait régional et, qui, à part la pierre de Tibur (le travertin,

1. Il les divise à cet égard en trois classes : *molles, temperatae, durae.*

2. *Sustinent laborem* (Les pierres de Rubra, de Fidène, et d'Albe). *Sufferunt ab oneribus injurias.* (Les pierres de Tibur.)

3. *In opere faciliter tractantur.* (Id.)

4. *Ab igni non possunt esse tuta, simulque sunt ab eo tacta dissiliunt et dissipantur.* (Id.)

5. *Secundum ora maritima ab salsugine exesa diffluunt.* (Les pierres tendres.)

6. *Cum sint vetusta, sic apparent recentia.* (Pierres du lac de Vulsinies.)

7. *Gelicidiis et pruinis friantur et dissolvuntur.* (Les pierres tendres.)

8. *Inveniuntur disparibus et dissimilibus virtutibus.*

calcaire à grain fin), ne comprend guère que des pierres de nature plus ou moins volcanique, tufs, laves et basaltes. Comme il parle des matériaux très usuels, l'auteur ne mentionne dans sa liste ni le marbre ni le porphyre, qui sont matériaux de luxe. On voudrait y voir figurer des pierres de différents terrains et de divers pays.

En ce qui concerne les qualités de durée, rien n'était meilleur que les pierres employées aux parements des aqueducs de Lyon ; mais elles se prêtaient mal à une taille régulière en blocs massifs. L'adoption du système réticulé a été une solution fort élégante pour leur utilisation ; l'aspect en est gai, ses rayures croisées se détachent bien sur l'horizon. Rien au contraire n'est plus triste et plus terne que les piliers construits en petit appareil rectangulaire avec les pierres de cette nature. L'architecte du dernier aqueduc était un homme de goût, un véritable artiste, et a proscrit cette disposition. Même quand il a voulu, en certains endroits de préférence, rehausser la beauté des lignes d'arcades, il a eu recours à d'autres pierres plus claires que celles du pays, en les alternant avec celles-ci pour former le damier, ou en les employant seules, comme sur les plateaux de Soucieu et de Chaponost. Ce sont des calcaires qui ne se trouvent pas dans les départements du Rhône et de la Loire, et qui, par leur grain fin, leur dureté et leur poids, semblent appartenir à ces bancs qu'on exploite dans le département de l'Ain, non loin de Belley, et qu'on appelle *pierres de choin*. Au pont de Beaunant elles ont été employées non seulement pour les petits prismes clairs du parement, mais en gros blocs taillés, dans les fondations. Sur le plateau de Soucieu, c'est une pierre du même grain qui constitue à elle seule le réticulé ; mais elle se distingue par une teinte légèrement rosée qui lui donne plutôt une certaine analogie avec la pierre de Tournus, au nord de Mâcon. Ainsi, pour la beauté du coup d'œil, on avait, aux ouvrages destinés à être particulièrement en vue, dérogé au principe de la sévère économie.

§ III. — Constructions en sous-sol.

« Ductus autem aquae fiunt generibus tribus, rivis per canales structiles, aut fistulis plumbeis, seu tubulis fictilibus. Si canalibus, ut structura fiat quam solidissima... eaeque structurae confornicentur ut minime sol aquam tangat... Sin autem medii montes erunt inter mœnia et caput fontis, sic erit faciendum uti specus fodiantur sub terra [1]. »

Ce passage de Vitruve semble ne distinguer dans la canalisation maçonnée que deux espèces de conduites : élevées hors de terre ou percées en souterrain. Mais il est bien évident qu'on ne perce des tunnels que le moins possible et seulement lorsqu'il s'agit d'éviter, ou de trop longs détours, ou certaines constructions encore plus difficiles qu'une galerie souterraine. La plupart du temps on longe les montagnes à flanc de coteau, en enfonçant l'aqueduc de quelques mètres sous le sol, dans une tranchée que l'on recouvre ensuite ; et ce n'est que par exception, à cause des exigences du nivellement, qu'il fait saillie hors de terre. Vitruve fait remarquer justement que l'eau du canal doit être préservée des rayons du soleil: elle conserve mieux ainsi sa fraîcheur, sa pureté et l'intégrité de sa gaine ; mais il aurait pu ajouter que le bon moyen pour cela était non seulement de la recouvrir d'une voûte, mais encore de l'enterrer.

I. — Canal en tranchée couverte

Tranchée, piédroits, revêtements et voûte. — L'axe de l'aqueduc étant déterminé en direction par le jalonnement, on procédait à l'ouverture de la tranchée, profonde de 3 à 4 mètres, et large de $1^{m},50$ à $2^{m},50$ environ, ou même davantage, suivant les dimensions que devait avoir le canal. J'ai donné celles-ci pour

1. Vitruve, VIII, 6, 207. « Les conduites d'eau sont de trois genres : canaux maçonnés à ruissellement, tuyaux de plomb, tubes en poterie. Les canaux exigent une maçonnerie des plus solides, et qui doit être voûtée pour que l'eau ne soit pas exposée aux rayons du soleil. S'il y a des montagnes interposées entre la source et la ville, il faudra creuser une galerie souterraine. »

chacun des quatre aqueducs de Lyon. Nous avons pu constater que l'épaisseur des piédroits, relativement à la largeur du canal, était variable : à l'aqueduc du Gier, il y a sensiblement égalité, à La Brévenne une épaisseur relative moindre en général ; il en était de même de la voûte, dont l'extrados, à l'aqueduc du Gier, continuait en général la surface extérieure des piédroits, tandis qu'à La Brévenne il était un peu en retrait. On commençait — règle vérifiée à tous nos aqueducs — par poser au fond de la tranchée sur toute sa largeur un pavage de moellons debout, hauts de $0^m,20$ à $0^m,30$. Par-dessus l'on posait à bain de mortier quatre ou cinq assises de petits matériaux semblables à ceux des blocages, mais plus réguliers, souvent même grossièrement taillés en moellons rectangulaires, serrés les uns contre les autres. Une fois atteinte la hauteur de $0^m,50$ à $0^m,60$ au-dessus du fond de la tranchée, on continuait à élever cette même maçonnerie en laissant au milieu le vide nécessaire à l'établissement du canal [1]. Les piédroits ayant atteint la hauteur voulue, c'est-à-dire le niveau fixé pour les naissances de la voûte, on étendait au fond le lit de béton du sous-radier, de la même manière qu'aux massifs apparents, mais avec une épaisseur presque toujours plus grande, variant de $0^m,15$ à $0^m,25$ et comprenant souvent deux couches, dont la plus profonde contenait des cailloux mêlés aux fragments de tuileaux. Cette seconde couche de béton le plus souvent ne se bornait pas — du moins à l'aqueduc du Gier — à la partie inférieure du radier ; elle se prolongeait dans l'épaisseur des piédroits jusqu'à la hauteur des naissances (v. fig. 52, p. 131) [2]. Le revêtement en ciment s'étendait par-dessus, et l'on ménageait le *solin* ou *congé* aux angles [3].

La voûte, quand elle existait, ce qui était le cas général [4], était formée de voussoirs sans joints de mortier, et surmontée directement d'une chape en ciment de un à deux centimètres

1. Je fais ici une description d'ensemble. Pour les variantes, on peut se reporter aux détails donnés pour chacun des aqueducs aux pages 52, 53, 54, 68, 69, 82, 83, 86, 113 et aux figures correspondantes.

2. Quelquefois seulement jusqu'à la moitié ou les trois quarts de cette hauteur, par exemple, pour l'aqueduc de La Brévenne, à Chevinay, aux Thus (fig. 11, p. 87).

3. Au Mont-d'Or, en certains endroits, le bourrelet en quart de cercle était remplacé par un pan coupé (V. ci-dessus, p. 54).

4. On a vu qu'au Mont-d'Or la couverture était formée d'une dalle à plat, ou de plusieurs superposées en encorbellement.

d'épaisseur, à moins qu'elle ne fût moins épaisse que les piédroits. Dans ce cas, l'ouvrage se terminait comme il a été dit pour les ouvrages apparents (fig. 11, 52). Le sommet restait toujours à un mètre au moins au-dessous du sol, et l'on remblayait l'espace libre.

En définitive, on ne s'est pas toujours astreint, sur toute la longueur d'un aqueduc, à un type de section et à des dimensions absolument uniformes. De tous, c'est celui du Gier qui, malgré quelques modifications de détail, est resté le plus constamment égal à lui-même. Cela tient, soit à une plus grande unité de direction, soit à un entretien plus continu qui a permis de le conserver tel quel, les autres ayant dû peut-être, par suite d'avaries plus complètes, être reconstruits de fond en comble sur de longs espaces à différentes époques.

Profils divers, anciens et modernes. — Aux aqueducs de Rome, outre le profil ordinaire, c'est-à-dire le rectangle surmonté de la voûte à plein cintre, on trouve : la section rectangulaire avec couverture de dalles posées à plat *(Appia)*; — rectangulaire avec voûte pointue formée de deux dalles s'étayant l'une l'autre (*Marcia* et *Julia* sur une fraction de leur parcours) ; — légèrement elliptique (*Julia* et *Tepula* près de la porte San-Lorenzo) ; — rectangulaire avec voûte semi-hexagonale (certaines travées de l'*Anio vetus*). Ces divers types de sections se retrouvent aux autres aqueducs de l'empire romain, où l'on voit encore : à Fréjus[1] et à Bougie (*Saldae*), la section trapézoïdale surmontée du plein cintre ; à Bougie, sur certains points, la section cylindrique, de $0^{m},45$ de diamètre, avec une épaisseur de parois de $0^{m},55$. Les aqueducs des provinces d'Afrique, extrêmement nombreux, sont, à cause de cette variété, comme à tant d'autres égards, des plus intéressants à étudier. On y trouve même la canalisation à ciel

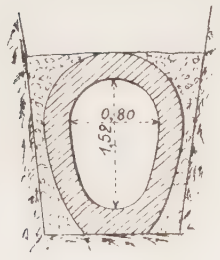


Fig. 109. — Section de l'aqueduc de Rochetaillée (Saint-Etienne).

1. V. ci-dessus pour les ouvrages apparents de cet aqueduc, fig 101 et 103.

ouvert, par exemple aux aqueducs d'Aïn-Feriana (*Thélepte*) et de Souk-el-Abiod (*Puppa*), en Tunisie [1]. Cette dérogation au principe de Vitruve *(confornicentur)* est à la vérité exceptionnelle, et n'a lieu que pour des conduites d'un très faible parcours (deux à trois kilomètres seulement).

Le cube de maçonnerie dans la tranchée est, aux aqueducs romains en général, considérable pour les dimensions de la cuvette. Nous sommes aujourd'hui plus avares de matière. Voici quelques types de sections modernes :

Aqueduc de Rochetaillée (ou du Furens), pour l'alimentation de la ville de Saint-Etienne (fig. 109). — Section ovoïde, $1^{m},52 \times 0^{m},80$, maçonnerie ou mortier de ciment de Vassy, épaisse de 0,20, avec enduit intérieur de $0^{m},03$, en ciment ; garnissage en pierres sèches entre les piédroits et les parois de la tranchée.

Aqueduc de Rochefort (fig. 110). — Section elliptique de $0^{m},80 \times 0^{m},68$; béton de ciment moulé dans la tranchée par bouts de $1^{m},50$ à 2 mètres, assemblés par des bourrelets de même matière, épaisseur du béton $0^{m},12$.

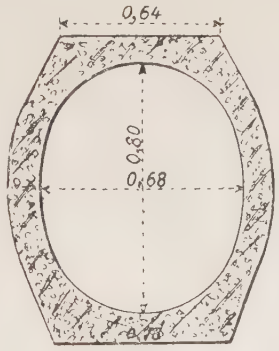


Fig. 110. — Section de l'aqueduc de Rochefort.

Aqueduc de la Dhuis. — Section ovoïde en maçonnerie de meulière et ciment de Vassy $1^{m},75 \times 1^{m},40$, épaisseur des parois $0^{m},20$.

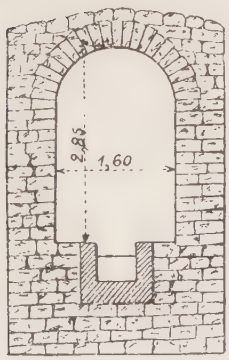


Fig. 111. — Section de l'aqueduc de Montpellier.

Aqueduc de la Vanne. — Section circulaire de 2 mètres de diamètre, épaisseur variant de $0^{m},32$ à $0^{m},20$, enduit épais de $0^{m},02$.

Mais ce progrès dans la réduction du volume de maçonnerie est récent. Il y a seulement un siècle, on en était resté à des épaisseurs de maçonnerie égales et même supérieures à celles que donnaient les Romains.

1. V. *Enquête sur les ouvrages hydrauliques romains en Tunisie*, fasc. III et IV.

Témoin l'aqueduc de Montpellier qui, par rapport au petit volume d'eau charrié dans l'étroite cuvette centrale (fig. 111), offre un massif environnant de dimensions tout à fait excessives. Il est vrai que des deux côtés de la cuvette est un large rebord qui offre une grande commodité pour la visite et les réparations et peut épargner un certain nombre de regards.

II. — Regards de visite

Le texte de Vitruve. — Vitruve parle en deux endroits des regards à ménager sur le parcours des aqueducs. C'est d'abord à propos des souterrains. Reprenons le texte (VIII, 6, 207) au point où nous sommes arrêtés tout à l'heure (p. 280) :

« Sin autem medii montes..., fodiantur sub terra librenturque (canales) ad fastigium, quod supra scriptum est ; et si tofus erit aut saxum, in suo sibi canalis excidatur ; sin autem terrenum aut harenosum erit solum, parietes cum camera in specu struantur et ita perducatur, puteique ita sint facti uti inter binos sint actus. »

« S'il y a des montagnes... il faudra creuser une galerie souterraine, en ménageant la pente, comme il a été dit plus haut ; si l'on a affaire à du tuf ou à de la roche compacte, le canal y aura ses parois taillées à même ; si le sol est terreux ou sablonneux, le canal sera muni de piédroits et d'une voûte construite dans l'excavation et se prolongera ainsi jusqu'au bout ; l'on pratiquera des puits séparés par un intervalle de 2 actes[1]. »

L'autre passage où il est question de regards se rapporte aux conduites par tuyaux. Les regards y sont appelés non *putei*, mais *castella*. Je me suis expliqué déjà sur le sens précis à donner à ce mot et sur la correction de texte qui me paraît nécessaire à la vraisemblance[2]. Il n'y a pas à y revenir ici.

Quant aux quelques lignes qui viennent d'être citées, elles ne nous permettent que de constater une chose : c'est qu'on ne saurait s'autoriser de Vitruve pour parler des puits aux aqueducs

1. 240 pieds ou 70m,968.
2. V. ci-dessus, p. 191.

en tranchée couverte, et de la distance qui séparait ces puits. Vitruve ne donne sa règle que pour les tunnels, il ne parle que des tunnels : c'est absolument manifeste d'après les expressions *in suo sibi canalis excidatur*, et *parietes in specu struantur*. Nous reviendrons sur ce texte quand nous en serons aux souterrains. Pour les tranchées nous n'avons qu'à le considérer provisoirement comme non avenu.

Distance très variable des regards suivant les aqueducs. Exemples. — Reste à envisager les faits. D'abord, il y a l'usage immuable pour tous les aqueducs modernes de placer à des distances de 100 à 200 mètres des regards donnant accès dans le canal en tranchée : c'est considéré comme une nécessité pour la visite et l'entretien. Or, ce qui est nécessaire aujourd'hui devait l'être autrefois.

Quand on perce la voûte d'un aqueduc antique, il n'est pas rare qu'on puisse y pénétrer assez avant et le suivre sur un assez long espace entre des parois bien conservées, sous une voûte intacte. Après 50, 100 mètres au plus, on trouve le passage barré par un éboulement [1]. Cet éboulement peut évidemment provenir d'une chute de la voûte ; mais en raison de cette constance du fait, de la distance qu'on ne peut pas dépasser, de l'aspect même des éboulis, l'hypothèse d'un puits comblé paraît dans beaucoup de cas la meilleure.

La trace extérieure de ces regards de tranchées a disparu, ou est fort difficile à retrouver à la plupart des aqueducs de Rome et aux aqueducs de Lyon. S'ils ont existé régulièrement, ils se sont bornés à de simples ouvertures. A d'autres, au contraire, ils étaient surmontés de constructions apparentes qui ont subsisté en partie et les ont jusqu'à un certain point garantis. C'est ainsi que les regards de l'aqueduc *Trajana* à Rome, restauré par Paul V et devenu l'*Acqua Paola*, sont encore utilisés aujourd'hui. On les avait trouvés bouchés, de la manière indiquée ci-dessus, par de la terre [2]. Mais quelques-uns étaient restés intacts, grâce à la conser-

1. J'en ai fait l'expérience, soit aux aqueducs de Rome, soit à ceux de Lyon. Il serait intéressant d'essayer de retrouver l'aqueduc à quelques mètres plus loin que l'éboulement : on verrait si celui-ci provient d'une destruction ou n'est qu'une simple obstruction.

2. « Tutte chiuse da terrapieno » (Fabretti, I, 16.)

vation des tourelles qui les surmontaient. Ces tourelles se voient encore, à droite de la *via Cassia ;* elles sont en appareil réticulé, et se terminent en forme de cône ou de pyramide.

L'exemple de tous les regards que l'on rencontre ainsi différemment espacés sur le parcours d'un aqueduc en tranchée, montre qu'il n'y avait pas de règle fixe pour cet espacement. A l'*Aqua Trajana,* il est de 50 à 100 mètres; à l'aqueduc de Bologne, les regards se suivaient à des intervalles de 200 à 250 mètres, tandis qu'à celui de Bougie ces intervalles se réduisaient à 48 mètres; ils sont de 50 à 100 mètres à l'aqueduc de Dougga, en Tunisie.

Cette ville, l'ancienne *Thugga,* si remarquable par les monuments qu'ont mis au jour les fouilles de ces dernières années, offre, en ce

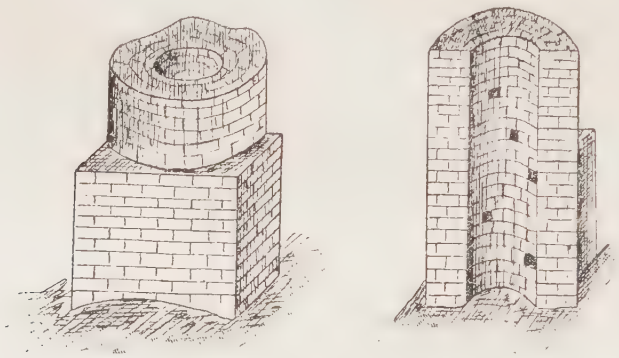


Fig. 112. — Regards à l'aqueduc de Dougga.

qui concerne l'approvisionnement d'eau, un intérêt de premier ordre. Indépendamment des nombreuses citernes publiques et privées qui récoltaient les eaux pluviales, elle était alimentée par deux aqueducs, de longueur très inégale, l'un de quelques centaines de mètres seulement, l'autre de quatre ou cinq lieues. Ce dernier a conservé un très grand nombre de puits de descente dont la maçonnerie émerge encore du sol, à des hauteurs variées, jusqu'à plus de deux mètres (fig. 112). Leur section, intérieurement, est circulaire, de 1 mètre de diamètre, et carrée extérieurement jusqu'à une certaine hauteur, probablement jusqu'au niveau du sol antique, au-dessus duquel ils apparaissaient cylindriques, s'élevant jusqu'à 2 ou 3 mètres, on ne peut au juste le savoir, tous étant à présent plus ou moins tronqués. Les parois

intérieures en sont très soignées, à joints réguliers et unis, avec de petites cavités ménagées pour le pied, afin de faciliter la descente. A côté de quelques-uns d'entre eux, on a retrouvé l'épaisse dalle qui servait à recouvrir l'orifice.

Pour expliquer cette fréquence de puits maçonnés, il n'est pas nécessaire de supposer, comme on l'a fait, que ces orifices dussent jouer le rôle d'ouvertures de sûreté pour le cas où l'obstruction de la conduite en aval aurait déterminé une accumulation d'eau sous pression. Aucun ingénieur ne songerait à admettre cette explication. Les considérer, ainsi qu'on l'a fait d'autre part, comme des puits creusés pour la construction, serait admissible si la conduite était en tunnel partout. Il est beaucoup plus simple de remarquer que ce rapprochement des regards n'est nullement un fait isolé, et qu'il était corrélatif sans doute du degré de pureté des eaux. Avec des eaux assez limoneuses et laissant beaucoup de dépôts, il était nécessaire d'avoir un grand nombre d'orifices d'accès dans le canal, de manière à en pouvoir opérer le curage vite et souvent.

Regards aux aqueducs de Lyon et à l'aqueduc de Sens. — Suivant cette considération, les regards, aux aqueducs du Gier et de La Brévenne, devaient être plus espacés que partout ailleurs. Leurs eaux, en effet, étaient si pures que l'on ne voit même pas la moindre incrustation le long des parois latérales. Issues de roches primitives dont les éléments sont insolubles et qui ne se désagrègent guère en matières boueuses, ces eaux passaient dans le canal sans entraîner autre chose que des sables et un peu de terre végétale provenant des érosions des cours d'eau en temps de crues. A l'aqueduc du Gier, la piscine de départ en éliminait d'ailleurs une bonne partie. Au contraire, les eaux, d'ailleurs excellentes, de l'alimentation romaine, venant des roches calcaires de la vallée de l'Anio, formaient au bout de quelque temps par incrustation des dépôts durs et denses, de texture cristalline, qu'il fallait faire sauter à coups de pic. On reconnaît encore à certains endroits la trace de ces coups[1]. L'épaisseur des dépôts que l'on constate,

1 « Ho notato che la superficie degli strati più vicini alle sponde si mostra scalpellata a furia di piccone. » (Lanciani, *ouvr. cité*, p. 142)

l'effort même que révèlent ces traces de coups, paraissent bien démontrer que le curage ne se faisait pas très fréquemment à ces aqueducs, et que les regards, sans être démesurément écartés, n'y étaient pas aussi multipliés qu'à l'aqueduc *Trajana*, à Dougga, ou même à Bologne.

L'aqueduc du Mont-d'Or, dont les eaux étaient un peu calcaires, offre quelques traces d'incrustations. On n'y a pas constaté de regards; mais la façon dont les dalles qui recouvraient le canal étaient posées, permettait d'ouvrir celui-ci n'importe où, très facilement : le curage en était donc fort aisé. A La Brévenne, Flacheron paraît avoir vu quelques regards; du moins, il représente leur dispositif par un dessin, sans indiquer nettement si ce dessin provient d'une hypothèse ou d'une observation réelle. La cheminée de l'orifice telle qu'il l'indique forme à peine une légère saillie au-dessus du niveau de l'extrados et l'ouverture n'est pas plus large que le trou d'homme d'une chaudière. D'après cela, il n'est pas étonnant qu'il soit difficile de la retrouver.

C'est ce qui expliquerait aussi que les seuls regards constatés à l'aqueduc du Gier soient les puits du tunnel de Mornant, dont j'ai parlé en décrivant le tracé de l'aqueduc[1]. Ils sont construits intérieurement comme ceux de Dougga; peut-être présentaient-ils jadis, eux aussi, au-dessus du sol, quelque relief maçonné qui a favorisé leur conservation[2].

Belgrand a découvert un regard à l'aqueduc de Sens; un dessin que je reproduis (fig. 113) représente dans son ouvrage la coupe en long de l'aqueduc et la disposition de ce regard. « L'ouverture, dit-il, est de forme carrée, de $0^{m},66$ de côté et de $0^{m},15$ de hauteur; puis elle devient cylindrique et de $0^{m},45$ de diamètre sur une hauteur de $0^{m},40$. Elle est pratiquée dans un bloc de craie de forme carrée de $1^{m},20$ de côté et de $0^{m},55$

1. Je n'en ai vu qu'un. Il en existe, dit-on, deux autres, dans des caves du village, où je n'ai pu entrer; ils sont semblables, paraît-il, à celui que j'ai vu, mais plus profonds. Ils seraient distants d'environ 300 mètres, mais on ne peut rien en conclure, car il pouvait y en avoir d'autres.

2. Leur ouverture est maintenant au ras du sol ou un peu au-dessous; ils sont bouchés par des dalles, mais qui ne sont pas anciennes. Ils pouvaient donc être surélevés autrefois.

Frontin (*De Aquis*, 89) montre sa préférence pour les puits surélevés par une construction au-dessus du sol. De cette façon les pluies ne peuvent faire pénétrer dans la conduite des limons et des impuretés variées. « Quae capiuntur ex fontibus, in primis Marcia et Claudia, quarum splendor a capite integer nihil aut minimum pluvia inquinatur, si putea exstructa et obtecta sint. »

d'épaisseur ; en dessous la cheminée a la dimension ordinaire de nos regards, $0^{m},80$. Mais ce qui est très original et que je n'ai vu dans aucun dessin d'aqueduc, c'est que la fermeture était opérée par un tampon également en craie compacte, taillé en forme de bouchon. La manœuvre de ce tampon devait être fort difficile,

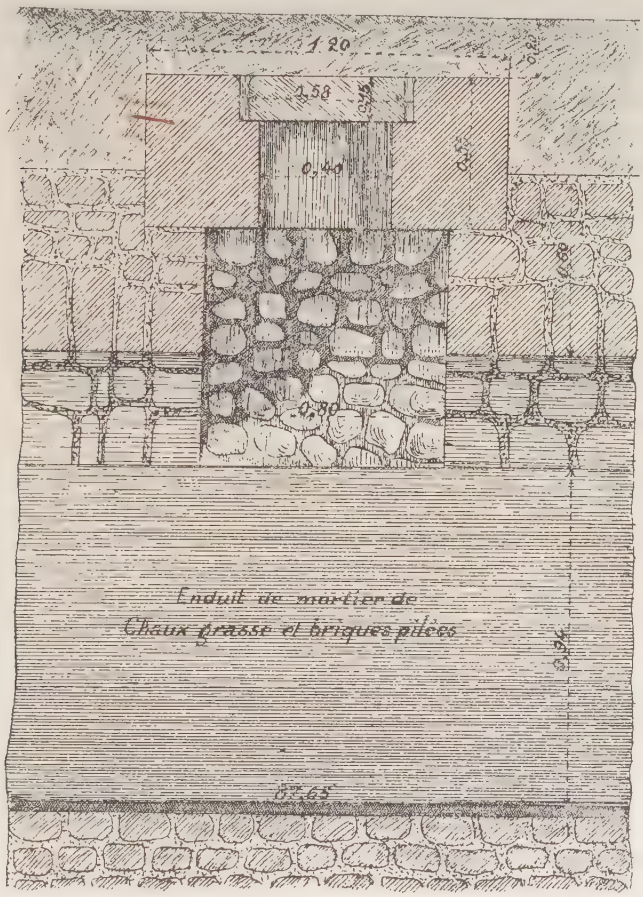


Fig. 113. — Regards à l'aqueduc de Sens.

et il est probable qu'on s'était donné cette gêne intentionnellement, pour empêcher les habitants du voisinage de découvrir les regards pour puiser de l'eau dans l'aqueduc [1]. » C'est évidemment aussi

1. Belgrand, *ouvr. cité*, p. 218. — M. Lanciani signale un trou central aux couvercles de quelques-uns des puits de regard qu'il a vus. A l'un de ceux de l'Anio vetus ce trou était usé par le frottement des cordes de seaux. Peut-être le public avait-il le droit de puiser quelquefois de l'eau par ces orifices, ou cette pratique n'a-t-elle commencé que plus tard, quand les aqueducs n'ont plus fonctionné régulièrement, ou n'ont plus été strictement surveillés.

à cette fermeture et à ce bloc de craie superposé à la cheminée que le regard a dû sa conservation si parfaite. Si l'on avait les moyens nécessaires pour sonder aussi sur une longueur importante les aqueducs de Lyon, on pourrait retrouver quelque dispositif analogue.

Conclusion sur les regards de visite. — La conclusion est donc que tout aqueduc était muni de regards de visite, pour nettoyer la conduite, l'entretenir et la réparer; que ces regards étaient plus ou moins apparents : ou dissimulés sous le sol, de manière à n'être accessibles qu'aux agents chargés de l'entretien; ou à fleur de terre, comme beaucoup de nos regards modernes; ou surmontés d'une tourelle creuse qui les protégeait; plus ou moins profonds : véritables puits lorsque la tranchée s'enfonçait beaucoup dans le sol ou que l'aqueduc était creusé en souterrain, et d'autres fois réduits à de simples trous dans la voûte, plus ou moins espacés, suivant les exigences de l'entretien ou la convenance de l'ingénieur. La règle de Vitruve [1], que nous avons écartée d'abord pour les tranchées, puisqu'elle ne les visait pas, paraît n'avoir été strictement suivie nulle part, pas plus aux tunnels qu'ailleurs. Il ne semble même pas qu'on se soit jamais soucié d'observer des distances exactes. Il ne faut donc voir dans cette règle qu'une indication de traité théorique, plus ou moins rapprochée de la moyenne, mais qui ne fut jamais un précepte.

Enfin, il y a lieu de croire qu'en raison de la pureté des eaux les regards aux aqueducs de Lyon étaient plus espacés qu'ailleurs; mais on ne peut rien affirmer là-dessus, puisque rien n'a été constaté, du moins pour les tranchées.

III. — Canal en souterrain.

Difficultés plus grandes qu'en tranchée. L'erreur dans le percement de l'aqueduc de Saldae (Bougie). — La construction

1. « *Inter binos sint actus* » peut être interprété de deux façons : 1° Que les regards se trouvent entre deux actes, c'est-à-dire à chaque acte, entre deux longueurs d'un acte. 2° De deux en deux actes. Cette dernière interprétation est meilleure et au point de vue de l'usage latin, et pour la vraisemblance : 35 mètres d'intervalle seraient vraiment trop peu.

en souterrain, certainement partout moins fréquente que la construction en tranchée à cause de sa difficulté plus grande, est tout à fait exceptionnelle aux aqueducs de Lyon. On n'avait aucun tunnel au Mont-d'Or ni au réseau de Craponne; l'aqueduc de La Brévenne apparemment n'en a qu'un seul, très court, entre Montromand et Courzieu, à la Croix-de-Ville[1]; à l'aqueduc du Gier, trois seulement sont bien reconnus : celui d'Izieux[2], celui de Chagnon[3] (au grand contour indépendant du siphon) et celui de Mornant[4]. Encore celui de Chagnon est-il plutôt une galerie au rocher longeant la surface qu'un tunnel proprement dit : le tracé en était relativement facile.

Les trajets en tunnels proprement dits, c'est-à-dire traversant une montagne ou une colline de part en part, nécessitaient au contraire des opérations délicates et une attention soutenue pour éviter les erreurs de tracé. On connaissait fort bien les moyens techniques pour déterminer ce tracé avec les instruments de géodésie[5], la dioptre en particulier, mais il fallait être très habile pour manier ceux-ci avec précision. C'était là qu'un directeur de travaux donnait la mesure de sa valeur. Une pierre gravée a été découverte au XVII[e] siècle dans la Sabine, au fond de la vallée d'*Arcese* où elle avait roulé du haut du mont *Affliano :* sous cette montagne passe l'aqueduc Claudia. On lit sur cette pierre l'inscription suivante :

BONAE · DEAE · SANCTISSIMAE
CAELESTI · L · PAQVEDIVS · FESTVS
REDEMPTOR · OPERVM · CAESAR
ET · PVBLICORVM · AEDEM · DIRITAM
REFECIT · QVOD · ADIVTORIO · EIVS
RIVOM · AQVAE · CLAVDIAE · AVGVST
SVB · MONTE · AFFLIANO · CONSVMMA
VIT · IMP · DOMIT · CAESAR · AVG · GERM $\overline{XIIII}$ · COS
V · NON · IVL

1. V. ci-dessus, p. 84.
2. P. 99.
3. P. 110.
4. P. 115.
5. On peut se reporter, pour le détail de ces opérations, à notre étude publiée en même temps que celle-ci : *Essai sur la science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'Empire romain.*

Cette inscription indique qu'un entrepreneur de travaux publics, nommé Paquedius Festus, chargé par l'empereur Domitien de faire suivre à l'aqueduc Claudia un trajet raccourci en perçant le mont Affliano, réédifia au sommet de cette montagne un temple tombé en ruines, qu'il dédia à la Bonne Déesse, à la Mère des dieux, en reconnaissance de l'heureuse réussite de l'entreprise. L'exécution d'un semblable ouvrage devait donc être considérée comme particulièrement difficile.

Plus significative encore à cet égard est l'histoire du percement de l'aqueduc de Bougie (*Colonia Julia Augusta Saldantium*), histoire exposée tout au long dans la correspondance entre l'ingénieur chargé du travail et l'administration de la province. Cette correspondance figure sur une inscription trouvée en 1866 aux environs de Lambèse[1], sur un piédestal à six faces, dont trois intactes.

C'est d'abord une lettre de Varius Clemens, procurateur de Maurétanie Césarienne à Valerius Etruscus, gouverneur de Numidie. Dans cette lettre, écrite en l'an 152, sous le règne d'Antonin le Pieux, Clemens demande à Etruscus, au nom des citoyens de *Saldae*, d'envoyer dans cette ville un vétéran de la 3e légion, Nonius Datus, qui exerçait la fonction de *librator*, c'est-à-dire de géomètre arpenteur spécialement compétent pour les nivellements de routes ou d'aqueducs[2]. Ce Nonius Datus avait, quelque temps auparavant, sous Petronius Celer, prédécesseur de Varius Clemens, étudié sur place un projet d'aqueduc pour la ville, fait les nivellements et déterminé le tracé sur le terrain. Il avait, en particulier, opéré le jalonnement (*depalatio rigoris*) pour la percée d'un tunnel qui devait être d'une assez grande longueur, sous la montagne appelée aujourd'hui *El-Anaïa*. Puis il était retourné à Lambèse, sa résidence, après avoir laissé à l'entrepreneur et à ses ouvriers le soin d'exécuter le travail conformément à ses plans. Mais en son absence, soit maladresse à se servir des instruments et des dessins, soit négligence, on commit une lourde erreur dans le percement du tunnel. Le jalonnement sur la montagne allait de l'est à l'ouest. On entama, selon l'usage,

1. Rénier, I. A. 3509. — C. I. L., VIII, 9728.
2. Cf. Pline le J., *Lettres*, X, 69, 70

l'excavation par les deux extrémités opposés ; mais, d'un côté, on dévia vers le sud, de l'autre, vers le nord, chacune des deux équipes obliquant trop vers sa droite, si bien que les deux tronçons finirent par dépasser l'un et l'autre la moitié de la longueur totale calculée. Quand on s'aperçut de l'erreur, le procurateur, averti, écrivit à Etruscus la lettre mentionnée. Nonius arriva en toute hâte, non sans quelques mésaventures en route (il fut attaqué par des brigands). Conduit au chantier par le procurateur en personne, il trouva nos gens désolés, se lamentant sur leur aqueduc compromis. Confiant alors le travail aux troupes, à deux détachements, l'un de soldats de la flotte, l'autre d'un corps auxiliaire, les *Gæsates*, il parvint à opérer le raccord d'après les plans qu'il avait soumis au procurateur Petronius Celer[1].

On peut penser que de semblables déconvenues n'étaient pas fréquentes, et l'on voit au reste qu'un homme du métier, expérimenté, était à même de les réparer. Mais il n'en est pas moins vrai que cette partie de l'œuvre en était comme la pierre d'achoppement : l'aqueduc de Bougie comprenait plusieurs ouvrages maçonnés importants et grandioses, encore debout à présent, et qui n'avaient pas suscité de complications[2].

Puits creusés pour la construction. — Lorsque le souterrain ne devait pas avoir une grande longueur, on travaillait seulement dans le sens horizontal. Mais pour les galeries prolongées, où le travail pouvait être gêné par le manque d'air, on creusait de distance en distance des puits, non seulement destinés à faire ultérieurement l'office de regards, mais qui, pendant les travaux,

1. C'est Nonius lui-même qui, dans l'inscription, raconte l'histoire : « Profectus sum, et inter vias latrones sum passus : nudus saucius evasi cum meis ; Saldas veni ; Clementem procuratorem conveni ; ad montem me perduxit, ubi cuniculum dubii operis flebant : quasi relinquendus habebatur, ideo quod perforatio operis cuniculi longior erat effecta quam montis spatium. Apparuit formae rigorem errasse, adeo ut superior fossura dextram petit *(sic)* ad meridiem versus : inferior similiter dextram suam petit ad septentrionem. Duae ergo partes, relicto rigore, errabant. Rigor autem depalatus erat supra montem ab oriente in occidentem. Ne quis tamen legenti error fiat de formis quo est scriptum superior et inferior, sic intelligamus. Superior est pars qua cuniculus aquam recipit, inferior qua emittit. Cum opus adsignavi ut scirent quis quem modum suum perforationis haberet, certamen operis inter classicos milites et gaesates dedi, ut sic ad compertusionem montis convenirent. »

« Ergo ego, qui primus libram feceram, ductus atsignaveram, fieri institueram, secundum formam quam Petronio Celeri prodideram, opus (effeci). Effectum aqua missa dedicavit Varius Clemens proc(urator) modios V. »

2. Le pont des Arcs, non loin de ce tunnel, à El-Anaïa, a gardé debout dix-huit piliers, d'une hauteur moyenne de 15 mètres sur une épaisseur moyenne de 1m,80

fonctionnaient comme cheminées d'aérage, et servaient à retirer les déblais et à descendre les matériaux[1]. Ces puits étaient forés juste au-dessus de l'axe de la galerie. Un bas-relief trouvé dans l'émissaire de Claude au lac Fucin fournit de précieuses indications sur l'aménagement de ces puits et les manœuvres qu'ils permettaient d'exécuter: il représente le chantier au voisinage du lac.

« Le rivage commence à droite du spectateur par une ligne qui partage le bas-relief en deux moitiés inégales... On a, d'un côté, un triangle allongé où se distinguent trois choses : la côte rocheuse, une série de trois ou quatre arbres, et puis un double appareil très nettement figuré. Deux tambours sont fixés autour d'axes verticaux : sur l'un et l'autre sont adaptés horizontalement, mais enroulés en sens contraire, deux cordages qui vont passer par des poulies, grâce auxquelles, dès que le tambour se meut, l'un monte, l'autre descend. Il n'est pas difficile de reconnaître les mêmes moyens qu'ont employés aux mêmes lieux les ingénieurs modernes, sauf le remplacement du travail des esclaves par celui des chevaux... Claude... dut creuser son canal tout d'abord sous le mont Salviano haut de 300 pieds. Les ouvriers... ne purent travailler à une telle profondeur qu'en multipliant les puits perpendiculaires que croisaient encore des *cuniculi* obliques. Ils établissaient ainsi les courants d'air respirable, et par ces issues, à mesure qu'avançait leur galerie, ils enlevaient les décombres ou introduisaient les matériaux utiles.

« Ce double système de puits nombreux et de *cuniculi* leur était évidemment habituel ; on le retrouve dans le travail de ce grand aqueduc, également attribué à Claude et en partie souterrain, qui amenait jadis les eaux salutaires du Sereno à la flotte de Misène. Chacun des principaux puits, dans la construction du Fucin, était garni de boisages destinés à soutenir les parois, et qui en se croisant, partageaient en quatre la section horizontale. Les cordages mis en mouvement par les tambours parcouraient, en passant par deux de ces ouvertures, le puits tout entier, l'un montant, l'autre descendant ; à ces cordages étaient attachés des

1. Quelquefois, les simples puits étaient remplacés par des escaliers, comme en certains points de l'émissaire du lac Fucin, et à l'aqueduc de Bologne. Mais c'était là un dispositif de luxe très exceptionnel.

bennes ou de grands seaux cylindriques, dans lesquels on chargeait les décombres. Une de ces bennes antiques, sans parler des fragments de plusieurs autres, a été retrouvée et se conserve dans les magnifiques greniers d'Avezzano. » [1]

Le souterrain de Chagnon. Exemples divers. — Tel fut probablement le travail au tunnel de Mornant et peut-être au souterrain en face de Chagnon. A ce dernier, on ne voit plus aucune trace extérieure des puits, qui auraient été du reste peu profonds, puisque le souterrain ne s'écartait guère de la surface [2]. S'ils ont existé [3], ils n'étaient pas très rapprochés les uns des autres, puisqu'on peut suivre ce souterrain sur près de cent mètres sans voir aucune ouverture à la voûte. Il a été dit plus haut que l'éboulement qui obstrue la galerie au bout de ce parcours pouvait faire croire à un puits comblé. D'autre part, pour la construction, on avait pu communiquer avec l'extérieur par de petits couloirs latéraux, chacun étant successivement bouché par la maçonnerie des parois, en même temps qu'on en ouvrait un autre dans le rocher un peu plus loin. Bien que la roche fût très dure et très homogène, et malgré l'indication de Vitruve citée [4] d'après laquelle l'aqueduc peut dans ce cas n'avoir d'autres parois que le rocher, on y avait non seulement établi une cuvette cimentée, mais construit murs et voûte exactement comme dans les tranchées et avec mêmes dimensions. Les murs constituant les massifs des piédroits sont jointifs avec le roc, mais un espace de $0^{m},50$ à peu près a été naturellement laissé entre la voûte du rocher et l'extrados maçonné, pour permettre de construire régulièrement la couverture du canal. Ce vide a été ensuite comblé par une maçonnerie de blocage. Tout cela se distingue d'autant plus nettement au souterrain de la « Cave-du-Curé », que sur une longueur de trois ou quatre mètres à l'entrée, toute la maçonnerie a été peu à peu arrachée par les habitants du pays qui en ont tiré

1. Geffroy, *Revue Archéologique*, 1878, p. 3 et suiv.

2. V. ci-dessus, p. 110-111.

3. On a des exemples de tunnels assez longs sans aucun puits. Tel est, en Tunisie, l'aqueduc d'*Aïn-Taïba*, qui alimentait jadis la ville romaine de *Sua* (Chaouach) à 9 kilomètres de Medjez-el-Bab; aqueduc entièrement souterrain, long de 665 mètres. (*Enquête sous la direction de P. Gaukler*, fascic. III, rapport de M. Drappier, p 134.)

4. V. ci-dessus, p. 284.

des matériaux pour bâtir quelques murs. On voit ainsi la manière dont le rocher a été attaqué, à coups de pic vigoureux, dont est marquée la trace en stries profondes et régulières. La gaine de l'aqueduc apparaît comme un coin enfoncé dans la masse rocheuse.

A l'aqueduc de Sens, Belgrand[1] a reconnu un souterrain où le canal est maçonné exactement de cette même façon, sauf l'absence de blocage au vide et une réduction notable de la section ainsi que de l'épaisseur de la gaine. Tandis que cette section est

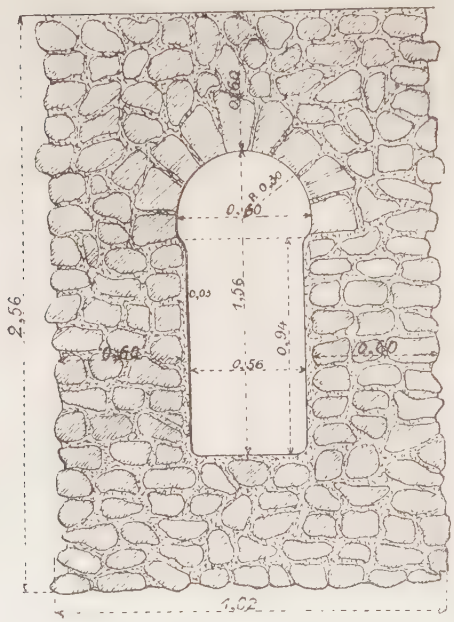


Fig. 114. — Aqueduc de Sens. Section de l'aqueduc en tranchée couverte.

Fig. 115. — Aqueduc de Sens. Section de l'aqueduc en tunnel.

ailleurs de $0^m,60$ de large sur $1^m,50$ de haut, elle est ici réduite à $0^m,40 \times 1^m,20$, les parois n'ayant plus que $0^m,20$ d'un côté et $0^m,30$ de l'autre (fig. 114 et 115).

La suppression totale de la maçonnerie paraît avoir été chose rare, en dépit de la règle de Vitruve : « *Si tofus erit aut saxum, in suo sibi canalis excidatur*[2]. » Il y a cependant un intéressant exemple de cette règle observée à la lettre. En déblayant jusqu'à

1. *Ouvr. cité*, p. 216.
2. V. ci-dessus, p. 284.

23 mètres de profondeur un des puits échelonnés sur le passage en souterrain d'un aqueduc situé près de *Nasseur-Allah*, entre Kairouan et Gafsa[1], on déboucha dans une galerie de 3 mètres de hauteur sur $0^{m},80$ de largeur, taillée dans le calcaire tendre, maçonnée aux endroits éboulueux et friables, avec couverture de larges dalles et parois de grosses pierres « taillées, piquées, bouchardées, à joints ciselés, avec des lits de pose s'entrecroisant et parfaitement réguliers et appareillés » ; mais, dans la roche plus dure, l'aqueduc passait en section voûtée sans aucun revêtement de maçonnerie (fig. 116).

Fig. 116.— Aqueduc de Nasseur-Allah (Tunisie). Sections dans un tunnel.

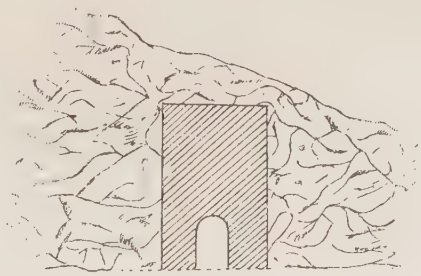


Fig. 117. — Aqueduc de l'Aïn-Zerissa (Tunisie). Section d'un tunnel.

Quelquefois, eu égard à la nature particulièrement éboulueuse du terrain, on a dû renforcer dans des proportions considérables le cube de maçonnerie. Ainsi à l'Aïn-Zerissa, toujours en Tunisie, à 40 kilomètres au sud du Kef, dans un terrain marneux, s'ouvre près de la source dont l'aqueduc recueille les eaux un tunnel (fig. 117) haut d'un mètre, large actuellement de $0^{m},60$, et maçonné sur une hauteur de 2 mètres au-dessus de l'extrados de la voûte[2].

1. Enquête Gauckler, V, p. 313.
2. Enquête Gauckler, II, p. 74.

§ IV. — **Travail du chantier. Transports.**

I. — Outils.

Une des choses qui étonnent le plus dans la construction de ces aqueducs romains, c'est le premier travail de l'ouvrier, le labeur patient et vigoureux qu'il a fallu pour entamer, avec des moyens que nous trouverions impraticables aujourd'hui, les rochers les plus durs, souvent sans même chercher à réduire la profondeur des tranchées, la largeur des galeries souterraines. Nous avons à présent les explosifs et les machines perforatrices, et malgré cela nous trouvons quelquefois les travaux de ce genre très pénibles. Or, les Romains ne creusaient leurs galeries qu'avec les seules ressources du pic, du marteau et du coin. Les parois de ces galeries sont tranchées avec une régularité si parfaite, les traces de l'outil sont si droites et si nettes, qu'on y croirait reconnaître le coup de ciseau précis du tailleur de pierre bien plus que la rude entaille du carrier. On ne sait ce qu'il faut le plus admirer, ou des larges surfaces ainsi découpées, ou des couloirs resserrés, taillés avec le même soin, et dont la largeur, ou plutôt l'étroitesse, réduite parfois à 50 centimètres environ, permettait à peine à un homme de s'y mouvoir. On cite l'exemple de galeries, où, pour pouvoir remuer le bras et pour assujettir le lumignon qui éclairait sa besogne, l'ouvrier creusait à la hauteur de son coude une sorte de corniche qui lui servait de point d'appui [1]. La plupart cependant, étant destinées, comme on l'a vu, à recevoir une maçonnerie intérieure, permettaient un travail plus commode, c'est-à-dire au moins la liberté du geste pour frapper avec le marteau sur la pointerolle.

C'est en effet cet outil (ξοῦς, *cuspis*) que les anciens employaient. Il consistait, d'après les spécimens retrouvés, en une tige de 2 à 3 centimètres de diamètre, longue de $0^{m},25$ à $0^{m},30$, dont l'une des extrémités était taillée en biseau, à deux ou quatre

1. V. P. Secchi, *Atti. acc. de nuovi Lincéi.* 23 avril 1876.

pans, l'autre arrondie et plus forte, sur laquelle s'abattait le marteau. C'était donc une sorte de burin plutôt que la pointerolle proprement dite usitée de notre temps, tige plus courte et maintenue en son milieu par un manche ajusté comme celui d'un marteau. Il est vrai qu'on a retrouvé aussi un instrument pareil, à peu de chose près, à cette pointerolle moderne (fig. 118), dans une fouille opérée à La Maladrerie, non loin de Villefranche-d'Aveyron, sur l'emplacement d'une ancienne mine de plomb[1]. Mais le maniement de l'outil est le même dans les deux cas, à la seule différence du maintien de la tige par le manche ou par la main.

Le marteau (τυπίς, *malleus*) ne différait pas de celui qu'emploient nos mineurs et carriers : tête plate pour frapper sur

Fig. 118. — Pointerolle romaine.

le burin, extrémité opposée pointue, à quatre faces ; le manche était mince et court, ne dépassant guère $0^{m},20$ à $0^{m},30$; l'outil pesait 2 kilog. 1/2 en moyenne. Mais il y avait des instruments contondants beaucoup plus lourds, qu'on appelait *fractaria :* c'étaient des masses de fer pesant, d'après Pline, 150 livres[2], soit près de 50 kilog., ce qui paraît un peu invraisemblable, à moins qu'on ne les manœuvrât comme des *moutons* en les hissant, suspendus à une corde, à une certaine hauteur et en les laissant retomber par leur propre poids sur le bloc à détacher, ou en les poussant par balancement contre la paroi.

Le pic (*fossaria dolabra*) était une lame plate, épaisse, aiguë d'un bout et repliée de l'autre en forme de douille, pour recevoir

1. V. Daubrée, *article cité*, Revue archéologique, 1881

2. (Pline XXXIII, 21). Il recommande l'emploi de ces masses à défaut de l'emploi du feu. « Saepius vero, quoniam in cuniculis vapor et fumus strangulat, caedunt fractariis CL libras ferri agentibus. »

un manche assez fort. Mais il y en avait d'une autre forme, à deux branches presque d'égale longueur, l'une plate, l'autre aiguë, avec manche adapté au milieu. Tel est l'outil (fig. 119) trouvé à Fillols (Pyrénées-Orientales)[1].

Quant au coin (*cuneus*), usité constamment avec le marteau ou la masse pour les travaux au rocher, la même fouille de Fillols en

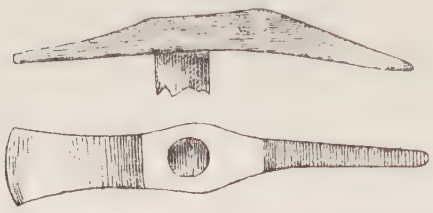


Fig. 119. — Variété de pic romain.

Fig. 120.— Coin trouvé à Fillols (Pyr.-Or.).

a fait retrouver un spécimen, qui n'a d'ailleurs rien d'original, et ressemble à tous ceux que nous employons (fig. 120).

Outre les outils d'usage courant, pioche (*rostrum*) hache (*dolabra*), pelle (*pala*), on a retrouvé aussi certains instruments de terrassiers dont nous n'avons pas les équivalents, sortes de combinaisons entre la pioche, le pic et la hache, tel que celui que représente la fig. 121, trouvé à La Maladrerie par M. Zeppenfeld[2].

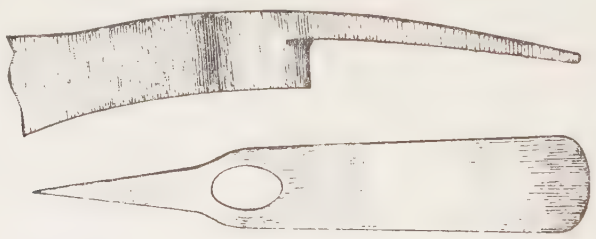


Fig. 121. — Outil creusant et tranchant.

Tous ces outils étaient en fer martelé et trempé, ce qui leur communiquait une dureté très comparable à celle de nos bons aciers usuels. La qualité du métal ne saurait être niée quand on voit les sillons marqués dans le rocher.

1. Daubrée, *art. cité*, p. 67.
2. *Ibid*, p. 8.

Selon Pline, l'attaque à la pointe et au marteau aurait été aidée par l'emploi du feu et du vinaigre [1]. Le feu pouvait bien être un moyen de désagrégation efficace, surtout si son action était suivie d'un courant d'eau froide : la roche, ainsi *étonnée*, pouvait éclater et se laisser détacher en blocs [2]. La difficulté n'était pas d'amener l'eau dans les galeries, mais d'éviter d'être asphyxié par la vapeur : Pline ne manque pas de le faire remarquer [3]. C'était donc surtout un procédé de plein air et il n'est pas impossible qu'il ait été utilisé pour l'ouverture des tranchées de nos aqueducs dans le gneiss dur où ils sont enclos. L'autre moyen, celui du vinaigre, est d'une authenticité plus douteuse. Son action, en tout cas, ne pourrait être efficace que pour les roches calcaires, et dans quelle mesure ? Pour aider le coin à pénétrer, et celui-ci ayant déterminé une fente, pour agrandir celle-ci par l'effervescence et permettre d'y engager plus facilement les leviers et les pinces? Il est possible. Mais encore ne serait-ce qu'un bien petit moyen. Ne vaut-il pas mieux classer cela parmi les légendes nombreuses auxquelles Pline, plus encore que Tite-Live, a fait dans son livre un si complaisant accueil ?

Les outils de maçons n'ont guère varié depuis l'époque romaine. Sauf l'*ascia* [4], qui correspondait à la doloire, mais avec une forme toute spéciale, ils se retrouvent à peu près tous tels quels sur nos chantiers : la truelle (*trulla*), l'auget (*fidelia*), le niveau (*libella*), l'équerre (*norma*), la règle (*regula*), le cordeau (*linea*), le fil à plomb (*perpendiculum*), la ripe (*marra*) pour dresser les parements, le ciseau (*scalprum*) et le compas (*circinus*).

1. Hist. nat., XXIII, 27 et XXXIII, 21. « *Saxa rumpit infusum quae non ruperit ignis antecedens.* »

2. On retrouve à Las Babias sur les confins des provinces de Léon et des Asturies, des fronts de taille où la roche a été visiblement attaquée par le feu, puis étonnée ; on aperçoit les vestiges de canaux qui amenaient l'eau de plusieurs kilomètres sur ces fronts de taille.

3. XXXIII, 21.

4. De Boissieu (*ouvr. cité*, p. 103), en précisant la signification de la formule qui figure sur un grand nombre de tombeaux, *sub ascia dedicavit*, distingue plusieurs espèces d'*ascia* : l'ascia instrument de sarclage, l'ascia, outil pour polir le bois, l'ascia des stucateurs, enfin l'ascia des maçons et tailleurs de pierre, qui est représentée sur les tombeaux. Saint Jérôme assimile l'*ascia* au λαξευτήριον des Grecs et la définit dans son commentaire de la Version des Septante : *Genus ferramenti quo lapides dolantur.*

II. — Organisation du chantier.

Nous aurons à nous occuper dans un des chapitres suivants de l'organisation du travail et de la condition des ouvriers employés à la construction des aqueducs : hommes libres ou esclaves, indigènes ou colons, soldats ou citoyens. En attendant, quelques mots peuvent trouver place ici, concernant la disposition des chantiers.

Nous avons vu comment s'élevaient les piles, comment s'installaient les échafaudages, lorsque les parements en comportaient, comment se réglait la succession ou la concomitance des travaux de maçonnerie extérieure et intérieure [1]. Tout était réglé avec d'autant plus de précision que chez les Romains chaque détail de la construction était dévolu à une catégorie d'ouvriers distincte qui n'empiétait pas sur le travail des autres : la répartition était beaucoup plus divisée et plus définitive que chez nous, à cause de la spécialisation plus tranchée des corps de métiers. Les *fabri structores*, ou maçons, se subdivisaient en :

Caementarii, *ruderarii*, chargés des moellons et blocages ainsi que de la confection des mortiers et ciments.

Quadratarii, *lapidarii*, tailleurs de pierres d'appareil.

Silicarii, *parietarii*, poseurs des parements et des chaînes d'angle.

Tectores, poseurs des revêtements et des enduits.

Arcuarii, constructeurs de voûtes.

Mais ces ouvriers spéciaux étaient aidés par de simples *operarii*, esclaves ou indigènes, pour le gros travail du chantier, et ceux-là pouvaient facilement passer d'une équipe dans une autre.

On voit représentés sur certains reliefs de la colonne Trajane des chantiers de construction romains en activité : les manœuvres montent le mortier dans des paniers cylindriques posés sur l'épaule gauche, ou des pierres et des moellons chargés sur la nuque ; deux barres passant sur les épaules ou une corde enroulée maintiennent ce fardeau. Mais ceci ne fait voir qu'un coin de

1. V. ci-dessus, p. 239 et suiv.

chantier. Il faut se représenter tout l'ensemble : les matériaux entassés, les treuils en mouvement, les chèvres dressées et leurs haubans tendus, les fardeaux traînés et soulevés, toutes les catégories d'ouvriers occupées à la fois, grâce au soin pris d'échelonner les différentes phases du travail aux différents points, de façon à ne jamais laisser une équipe oisive. Tandis que le parement se dresse à une pile dont on tisse le réticule, on tasse le blocage à sa voisine ; plus loin, l'on travaille à en relier deux autres par l'arcature. Au milieu, le chef de chantier, ses tablettes à la main, calcule, dispose et presse la besogne.

On peut se figurer de même la marche de la construction en sous-sol. Deux ou trois carriers et autant de terrassiers sont en avant, à quelque cinquante mètres, occupés à ouvrir et à déblayer la tranchée, tandis que derrière deux *caementarii* élèvent les piédroits, un autre sur le bord confectionnant le mortier ; derrière encore des *ruderarii* garnissent de béton le fond du radier, et ainsi de suite. Après eux on rencontre les *tectores*, puis les *arcuarii* qui scellent la voûte et enfin les terrassiers qui remblaient le vide ; ces différentes équipes échelonnés occupant une longueur de 100 à 150 mètres et comprenant en tout une vingtaine d'hommes, sans compter les manœuvres qui font circuler les matériaux [1].

Nous ne savons pas quelle pouvait être exactement la durée du travail journalier dans ces entreprises de construction d'aqueducs. Elle devait être la même que pour tous les autres travaux publics.

1. Il peut être intéressant de comparer ce chantier antique avec un chantier de construction d'aqueduc à notre époque. Voici comment M. de Montgolfier décrit le travail dans la tranchée à l'aqueduc du Furens (*Annales des ponts et chaussées*, 1875). « La construction était effectuée par quatre brigades de maçons. La première brigade construisait le radier, sans lui donner la forme concave du projet ; la deuxième brigade construisait les piédroits jusqu'aux naissances. Elle était guidée dans son travail par des gabarits taillés suivant la section intérieure de l'aqueduc et placés à un mètre de distance dans les courbes et à 5 mètres de distance dans les parties droites. Ces gabarits en planches étaient maintenus dans le bas par des tasseaux en ciment et de chaque côté de la fouille par un étai s'appuyant contre le talus de déblais. La troisième brigade construisait la voûte ; à cet effet les cintres brisés suivant la génératrice du sommet ayant $1^m,50$ de longueur et formés de couchis de $0^m,02$ cloués sur trois formes demi-circulaires étaient placés sur des étais en bois reposant sur le radier. Lorsque la maçonnerie de la voûte avait fait prise, on décintrait. La quatrième brigade donnait au radier sa forme concave à l'aide d'un rocaillage dans l'angle des piédroits, enlevait les bavures du mortier, remplissait les joints, badigeonnait la surface au pinceau et construisait l'enduit en ciment de $0^m,03$ sur le radier et les piédroits. Pour terminer le travail, il ne restait plus ensuite qu'à recouvrir l'extrados d'une chape en mortier de ciment de $0^m,015$ d'épaisseur. »

On a conjecturé d'après des données à peu près certaines que le travail dans les mines avait une durée moyenne de dix heures [1]. Pour ces travaux en plein air, il est probable que la durée variait suivant les saisons, mais qu'elle n'excédait guère non plus cette moyenne.

III. — Transports.

Une des questions dont les entrepreneurs ont toujours le plus à s'occuper, c'est celle du transport des matériaux à pied d'œuvre. Parmi les constructions édifiées par les anciens, beaucoup ont exigé un luxe inouï de matière, des pierres et des bois de toutes provenances. Certains blocs taillés à d'énormes dimensions devaient occasionner, avec les moyens de transport dont on disposait, des difficultés sans nombre. Et pourtant à force d'intelligence et de patience on venait à bout de tout. L'on reste stupéfait des charges énormes que les anciens sont parvenus à charrier et installer sur place avec leurs engins mécaniques élémentaires.

Il est vrai que pour la construction des aqueducs de Lyon aucune difficulté matérielle extraordinaire n'était à surmonter, les matériaux ayant généralement des dimensions moyennes, petites même, et l'usage étant, comme il a été dit, de les prendre à proximité. Les seuls matériaux qu'on eût à faire venir d'une assez longue distance étaient la pierre à chaux, ou peut-être la chaux éteinte en poudre, le tuileau et la brique (encore celle-ci provenait-elle, selon toute apparence, des exploitations d'argile de la région [2]) ; enfin, la pierre spéciale employée à quelques ouvrages apparents de l'aqueduc du Gier. Les entrepreneurs n'avaient donc besoin que de simples tombereaux (*plaustra*), pour les grandes routes ; et pour les chemins plus étroits, pour les pistes tracées provisoirement, de quelques chars plus légers tels que le *serracum* ou le *palcillus*, dont parle Lampride, sortes de brouettes. Enfin l'on avait toujours la ressource des mulets, sans négliger les transports à dos d'homme, d'usage habituel à cette époque de conquête et d'esclavage.

1. Ardaillon, *Les mines du Laurion dans l'antiquité*, p. 93.
2. V. ci-dessus, p. 274.

Plusieurs grandes routes issues de Lyon rencontraient ou côtoyaient le tracé des aqueducs : la route de Lyon à Besançon (*Vesontio*), par Anse (*Asa Paulini*) et Mâcon (*Matisco*), qui longeait la rive droite de la Saône et par conséquent les collines du Mont-d'Or, sur le flanc desquelles l'aqueduc fut construit sans doute peu de temps après le tracé de cette route ; la grande voie d'Aquitaine, dont nous avons eu à parler souvent à propos de l'aqueduc de Craponne, et qui, passant à Alaï, Grézieu-la-Varenne et Saint-Bonnet-le-Froid, rencontre vers Courzieu le tracé de l'aqueduc de La Brévenne ; celui-ci était desservi également sur la dernière fraction de son parcours par la grande voie de l'Océan, qui s'écartait de Lyon dans la direction d'Ecully, la Tour de Salvagny et l'Arbresle. Enfin la route de Lyon à Vienne passait par Beaunant et Brignais, où s'en détachait une autre, moins importante il est vrai, mais grande route encore [1], qui allait rejoindre la vallée du Gier après avoir passé sur les plateaux de Taluyers, Mornant et Dargoire, non loin du parcours du dernier aqueduc, par conséquent. Les habiles terrassiers qu'étaient les Romains avaient vite fait d'établir des chemins de service entre ces grandes voies et leurs chantiers, de même qu'entre ces derniers et les carrières, enfin des sentiers tout le long des tranchées.

1. V. Guigue, *Voies antiques du Lyonnais*, p. 285.

CHAPITRE V

TERMINAISON, DÉBIT ET DISTRIBUTION

§ I. — Réservoirs et châteaux d'eau.

Piscines des aqueducs de Rome pour l'épuration et le jaugeage. — Frontin, après avoir passé en revue successivement les neuf aqueducs de Rome en service de son temps et sous sa direction, précisé les circonstances de leur création et la longueur de leurs parcours respectifs, les considère ensemble aux approches de la ville.

« Ex his sex, via Latina, intra VII miliarium, contectis piscinis excipiuntur, ubi quasi respirante rivorum cursu limum deponunt : modus quoque earum mensuris ibidem positis initur [1]. »

« Près du septième milliaire de la voie latine, six [2] de ces eaux sont reçues dans des piscines couvertes, où, suspendant leur cours comme pour respirer, elles déposent leur limon ; c'est là également qu'au moyen de mesures qui y sont placées, l'on commence à déterminer leur débit. »

On voit encore, mais peu distinctement, des vestiges de ces piscines, au moins de celles qui recevaient les eaux de *Claudia* et d'*Anio novus*. C'étaient des bassins de forme rectangulaire, adossés l'un à l'autre, creusés et bâtis comme de simples citernes

1. *De Aquis*, 19.
2. Anio vetus, Marcia, Tepula, Julia, Claudia, Anio novus.

de grandes dimensions. Leur largeur commune, d'après Fabretti, était de $5^{m},94$, et leur longueur respectivement de 19 mètres et 9 mètres. Les murailles avaient environ un mètre d'épaisseur. Mais il ne subsiste et il ne subsistait déjà au temps de Fabretti aucune trace de l'arrivée et de l'échappement des eaux, ce qui n'est pas surprenant ; en effet, le bâtiment était détruit sur une grande partie de sa hauteur, et les entrées et sorties avaient naturellement existé autrefois au niveau des aqueducs ; or, ceux-ci, dans le voisinage, étaient, comme on sait, soutenus par des substructions.

Ces piscines (*piscinae limariae*) servaient donc à la fois de bassins d'épuration et de dispositifs pour le jaugeage. Quelles étaient ces jauges ? Frontin ne le spécifie pas. Mais étant donné le système de modules qui sera expliqué plus loin, il est à supposer qu'il s'agissait de simples ouvertures rectangulaires par lesquelles l'eau était assujettie à passer sous une charge donnée. On ouvrait le nombre d'ouvertures nécessaires pour que cette charge demeurât constante : chacune d'elles correspondant à un nombre déterminé d'unités de mesure (*de quinaires*), on obtenait ainsi le chiffre du débit.

Aucune piscine de ce genre n'a été constatée pour les aqueducs de Lyon aux approches de la ville, et il n'est pas probable que l'on en découvre. Cette absence tient à la pureté de l'eau, qui eût rendu peu utile une piscine épuratoire. Nous savons toutefois que l'eau du Gier se débarrassait des boues accidentelles dans un bassin[1] de décantation aussitôt après la prise d'eau. Il en était de même, et à bien plus forte raison, aux deux aqueducs amenant à Rome les eaux de l'Anio. Frontin[2] dit de cette rivière que, traversant des terres cultivées et un sol gras, elle entraîne, même hors des temps de pluie, des eaux limoneuses et troubles, et il mentionne la piscine épuratoire au départ de l'Anio novus. Celle de l'Anio vetus, dont il ne parle pas, existait aussi pourtant : toutes deux ont été reconnues. Cette dernière, reconnaissable à l'existence d'une muraille haute de 5 mètres, épaisse de $1^{m},75$, paraît avoir occupé une superficie de 40.000 mètres carrés à peu près. Le bassin de l'aqueduc du Gier à Izieux n'a qu'une superficie

1. V. ci-dessus, p. 97.
2. *De Aquis*, 15.

d'environ 8.000 mètres carrés, avec une profondeur qui devait être aussi de près de cinq mètres. L'Anio vetus pouvant débiter plus de 4.000 quinaires, d'après Frontin, c'est-à-dire, suivant les calculs qu'on trouvera plus loin, près de 150.000 mètres cubes par 24 heures, ce débit journalier était un peu inférieur à la capacité de la piscine. D'après ce que nous verrons plus loin aussi, le débit de l'aqueduc du Gier n'atteignant pas 25.000 mètres cubes, et la capacité de la piscine étant de 40.000, celle-ci serait proportionnellement un peu plus grande, étant donné surtout que l'eau du Gier ne fournissait pas la totalité du contingent de l'aqueduc. On ne se tromperait donc pas beaucoup en disant que le bassin de La Martinière pouvait contenir une réserve pour 36 à 48 heures. L'épuration s'y faisait mieux encore qu'à la piscine de l'Anio vetus, puisque l'eau y séjournait plus longtemps, et que l'Anio est bien plus limoneux que le Gier à n'importe quel moment. Par suite, on comprend aussi qu'une seconde piscine d'épuration aux abords de la ville n'ait pas été nécessaire.

Meilleure était la qualité naturelle de l'eau, plus les Romains prenaient le soin de l'épurer par décantation, si elle était exposée à se troubler par les apports accidentels de limon. Aussi avaient-ils pris pour l'eau Virgo, excellente à boire[1], des précautions spéciales contre ces troubles passagers, en lui construisant sur le mont Pincio (*Collis hortorum*) un bassin d'épuration très vaste et ingénieusement disposé. Cette piscine se composait (fig. 122) de quatre chambres voûtées, superposées deux à deux. L'eau pénétrait dans l'une des chambres supérieures, se déversait par des regards dans le compartiment situé au-dessous, passait par des baies latérales de cette seconde chambre dans la voisine, et de celle-ci remontait par des orifices verticaux semblables aux premiers dans la quatrième, où s'ouvrait le canal de sortie. Ces changements de direction successifs à très faible vitesse permettaient à l'eau de déposer tout le limon qu'elle avait gardé jusque-là. Des contre-pentes, ménagées dans le sol des chambres, amenaient les boues jusqu'à des orifices de vidange, que l'on

1. « Quantum Virgo tactu, tantum praestat Marcia haustu. » (Pline, XXXI, 25). L'eau Marcia était donc encore meilleure à boire. Mais ces deux eaux étaient les plus appréciées de toutes.

ouvrait de temps à autre pour le curage, et par où celles-ci étaient entraînées dans les cloaques voisins.

Des précautions toutes pareilles auraient été prises aux aqueducs de Lyon s'il eût été nécessaire. Mais tout ce qui a été dit plus haut sur la nature de ces eaux et des terrains où elles prenaient naissance montre assez que de semblables piscines eussent été superflues.

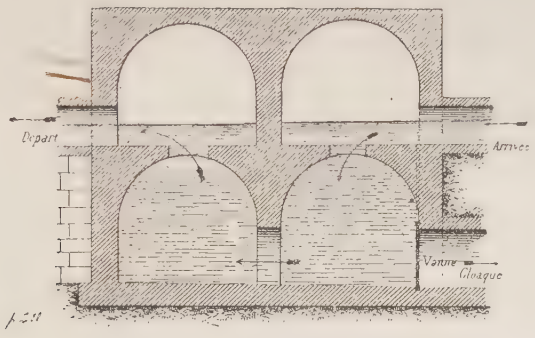


Fig. 122. — Piscine épuratoire de l'eau Virgo.

Les châteaux d'eau d'après Vitruve. — Nous avons abandonné le tracé de chacun des trois premiers aqueducs de Lyon à leurs points d'arrivée par siphons sur les hauteurs dont Fourvière est le sommet dominant. Le quatrième, celui du Gier, a été suivi jusqu'au réservoir de la montée des Anges où il se termine. Chacun d'eux avait-il un réservoir analogue à son extrémité? Quelle fonction exacte avaient ces réservoirs? C'est ce que nous pourrons déterminer avec plus de sûreté après avoir étudié par les textes et par l'exemple des aqueducs de Rome quel était, d'une manière générale, le principe de la circulation et de la répartition des eaux dans l'intérieur d'une ville. Nous serons ainsi amenés à des conjectures plus probables sur le système de distribution que devait posséder la ville de Lyon ; car ce qui subsiste ne peut, à lui seul, rien nous apprendre.

L'indication de Vitruve est, comme toujours, aussi absolue que restreinte, si bien que l'on se demande, comme toujours aussi, s'il envisage le cas le plus général, ou un cas particulier typique, ou une disposition théorique sans spécimen existant.

« Cumque venerit (aqua) ad moenia, efficiatur castellum, et

castello conjunctum ad recipiendam aquam triplex emissarium, conlocenturque in castello tres fistulae acqualiter divisae intra receptacula conjuncta, ubi cum abundaverit ab extremis, in medium receptaculum redundet. Item e medio ponentur fistulae in omnes lacus et salientes, ex altero in balineas ut vectigal quotannis populo praestent, exque tertio in domos privatas ne desit in publico[1]. »

« L'aqueduc étant parvenu aux murailles de la ville, on construira un château d'eau, auquel sera joint pour recueillir l'eau

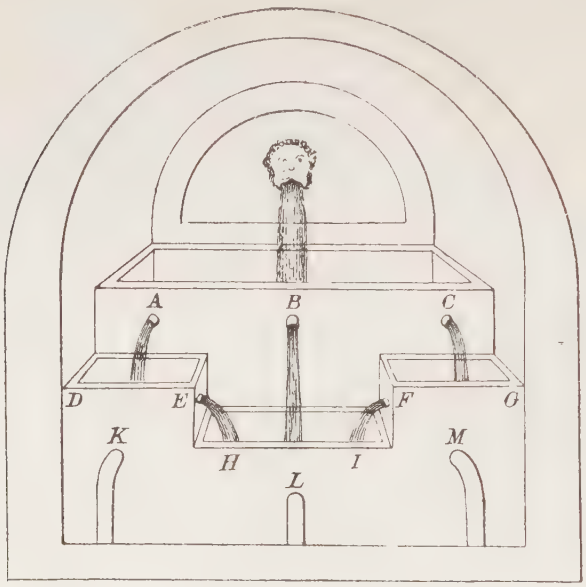


Fig. 123. — Distribution théorique au château d'eau. Dessin de Perrault, d'après Vitruve.

un bassin de départ à trois compartiments. Au château seront adaptés trois tuyaux répartis pareillement entre les récipients accolés, de façon que le trop-plein des deux extrêmes se déverse dans celui du milieu. De même à celui-ci s'ajusteront des tuyaux se dirigeant vers tous les bassins et fontaines jaillissantes ; le second alimentera les bains, dont le revenu annuel profitera au peuple, et le troisième les demeures particulières, l'eau, de cette façon, ne manquant pas pour les besoins publics. »

1. Vitruve, VIII, 6, 207.

Perrault a représenté cette distribution par une figure théorique très claire, exactement dictée par le texte de Vitruve, à cela près que de chaque récipient il ne fait échapper qu'un seul tuyau (fig. 123) ; mais cela n'a aucune importance, ce tuyau étant supposé se subdiviser ensuite.

Donc, d'après Vitruve, le château d'eau, à l'entrée de la ville, est le terme de l'aqueduc canalisé. Quant à la capacité relative de ce *castellum,* Vitruve n'en dit rien. Nous verrons que cette capacité pouvait être des plus variables. Des compartiments distributeurs l'eau s'en va, d'un côté aux pièces d'eau et fontaines publiques, d'un autre aux bains, d'un troisième aux domiciles privés. Voyons si les indications de Frontin, rédigées d'après la réalité officielle, confirment cette description.

Les châteaux d'eau d'après Frontin. — Chez ce fonctionnaire, ce n'est pas une description que nous trouvons, mais des chiffres. Ayant évalué à 14.018 quinaires[1] la quantité d'eau distribuée dans Rome, Frontin la déclare ainsi répartie :

« Ex his (quinariis) dividuntur extra Urbem quinariae $\overline{\text{IV}}$DLXIII : ex quibus nomine Caesaris quinariae MDCCXVIII, privatis quinariae $\overline{\text{II}}$CCCXLV. Reliquae intra Urbem $\overline{\text{IX}}$DCCCCLV distribuebantur in castella CCXLVII : ex quibus erogabantur sub nomine Caesaris quinariae MDCCVII semis, privatis quinariae $\overline{\text{III}}$DCCCXLVII, usibus publicis quinariae $\overline{\text{IV}}$CCCCI : ex eo castris XIX quinariae CCLXXIX, operibus publicis XCV quinariae $\overline{\text{II}}$CCCCI, muneribus XXXIX quinariae CCCLXXXVI, lacibus DXCI quinariae MCCCXXXV[2]. »

« De toute cette quantité il se distribue hors de la ville 4.063 quinaires dont 1.718 au nom de César et 2.345 en faveur des particuliers. Les 9.955 autres étaient distribués dans l'intérieur de la ville entre 247 châteaux d'eau ; il en était pris 1.707 quinaires 1/2 au nom de César, 3.847 pour les particuliers ; pour les usages publics 4.401, dont 279 pour 19 camps ; 2.401 pour 95 établissements d'utilité publique ; 386 pour 39 emplois de libéralités, et 1.335 pour 591 bassins. »

Un premier fait frappant est le nombre des châteaux d'eau,

1. Cette unité de mesure sera évaluée plus loin.
2. *De Aquis*, 78.

infiniment supérieur à celui des aqueducs. Donc, *a priori*, ou bien les aqueducs se ramifiaient avant d'atteindre aux châteaux d'eau, ou bien il existait des châteaux d'eau dépendant les uns des autres, ou bien il y avait combinaison des deux systèmes. De toute façon Vitruve n'a pas donné une représentation exacte de ce qui se passait à Rome. Quant aux points terminus des canaux, ils ne se trouvaient pas toujours aux murs de la ville. Frontin nous mentionne plusieurs aqueducs qui se prolongeaient plus ou moins en galeries dans Rome avant d'atteindre les châteaux d'eau [1].

Châteaux d'eau publics et châteaux d'eau privés. — Or, parmi ces *castella*, les uns étaient des châteaux d'eau publics, les autres des châteaux d'eau privés, dépendant des premiers qui les alimentaient [2]. Frontin ne signale entre eux aucune différence. On ne saurait donc prétendre que les premiers fussent forcément de grands réservoirs, car Frontin les aurait certainement mis à part, et non confondus dans le total des 247. En réalité un très petit bassin où l'eau s'étale simplement pour pénétrer dans les compartiments distributeurs, sans l'emmagasiner, suffit pour constituer le plus important des châteaux d'eau.

Du château d'eau public partait un triple réseau de conduites : les unes recueillant le contingent en quinaires réservé à l'empereur pour ses palais, thermes, bassins, cirques et jardins ; une seconde catégorie pour le public, et la troisième pour les particuliers. Ces derniers, habitants de divers groupes de maisons plus ou moins étendus, s'organisaient dans chaque groupe pour établir en commun, avec l'autorisation des magistrats, un château auquel chaque concessionnaire faisait adapter, à son usage, une tubulure d'un diamètre correspondant à la concession qui lui avait été dévolue [3].

1. « Quae (Marcia, Tepula, Julia) ad libram collis Viminalis conjunctim infra terram euntes, ad Viminalem usque portam deveniunt ; ibi rursus emergunt. Prius tamen pars Juliae, ad Spem Veterem excepta, castellis Caelii montis diffunditur. » (*De Aquis*, 19.) De même l'eau Claudia qui s'en allait à travers le Célius par la dérivation des arcs Néroniens.

2. Cela résulte du sénatus-consulte cité plus loin par Frontin (*De Aquis*, 106). « Animadverterentque curatores aquarum, quibus locis intra extra Urbem apte castella privati facere possent, ex quibus aquam ducerent quam ex castello communem accepissent a curatoribus aquarum. » — « Les curateurs examineront dans quel lieu, soit au dedans, soit au dehors de la ville, les particuliers pourront eux-même installer des châteaux d'où ils conduiront l'eau qui leur aura été donnée en commun des châteaux publics. »

3. V. note précédente.

L'eau du domaine public à Rome. — Le réseau primaire — nous pouvons appeler ainsi la canalisation qui partait du château d'eau public, — comportait des tuyaux de plomb de diamètres souvent considérables, qui suivaient sous terre le relief du sol d'après les mêmes lois hydrauliques et avec les mêmes précautions, toutes proportions gardées, qu'aux siphons sur le parcours des aqueducs. Outre les châteaux d'eau particuliers, auxquels aboutissait le troisième groupe de tuyaux, et le domaine de l'empereur que desservait le premier, une immense quantité de fontaines et de bassins étaient alimentés par le second. Le texte de Frontin précité distingue dans le domaine public les *camps* (19), les *opera publica* (95), les *munera* (39), et les *lacus* (591). Pour les camps, nous n'avons qu'à enregistrer leur nombre, qui nous étonnera moins si nous réfléchissons au nombre de corps militaires, et de corps de fonctionnaires astreints au régime militaire, qui s'étaient créés depuis le début de l'empire [1], et qui devaient s'accroître bien davantage encore à partir de Septime-Sévère. *Opera publica* est une expression assez vague. Il y a tout lieu de croire qu'il s'agit là de tout ce qui satisfaisait aux besoins comme à l'agrément du peuple, et qui était établi et entretenu aux frais du trésor public : ces bains par exemple, dont parle Vitruve, et dont le revenu était distribué à la plèbe; les réservoirs qui les alimentaient [2]; d'autres réservoirs publics où l'on puisait l'eau pour l'entretien de la voirie urbaine, pour les incendies, etc. Quant au mot *munera*, il me semble qu'il faut l'entendre dans le sens de *dons* de munificence offerts au peuple, non par l'empereur, car cela ferait partie des eaux *nomine Caesaris*, mais par des magistrats ou des particuliers :

1. Outre les camps des gardes prétorienne et urbaine, les plus connus, on cite : *Castra priora*, *Castra peregrina*, *Castra equitum singularium*, *Castra Misenatium*, *Castra Ravennatium*, *Castra silicariorum*, *Castra tabellariorum*, *Castra victimariorum*. On voit, d'après ces dénominations, que plusieurs de ces camps étaient occupés, non pas par des garnisons militaires, mais par des confréries diverses.

2. On conçoit que les bains, dont l'eau avait besoin souvent d'être renouvelée tout d'un coup, eussent des réservoirs pour s'alimenter. On comptait, au temps de Frontin, à Rome, plusieurs centaines de ces établissements, dont un grand nombre appartenant au domaine public; il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'il y eût des réservoirs communs à plusieurs d'entre eux.

des thermes, par exemple, des spectacles[1], où la profusion d'eau était nécessaire. Enfin, le reste est désigné sous le nom générique de *lacus*, qui peut s'appliquer à toute espèce de pièces d'eau : lavoirs, citernes, abreuvoirs, bassins, fontaines jaillissantes (que Vitruve distingue sous le nom de *salientes*). Ce terme de *lacus* n'est en somme limité que par les catégories précédentes.

L'eau « nomine Caesaris ». Les répartitions successives. — A en croire Pline[2], le nombre de ces *lacus* aurait de beaucoup surpassé le chiffre de 591, puisque Agrippa en aurait à lui seul, pendant son édilité, créé 700. Mais entre les deux, c'est Frontin qu'il faut croire, puisqu'il avait en main les chiffres officiels. La seule façon de concilier les deux indications serait de penser que sur les *lacus* et les *salientes* créés par Agrippa, un grand nombre était octroyé « *nomine Caesaris* ». Il est dans tous les cas certain que l'eau prise au nom de César servit à déployer une magnificence et un luxe inouïs, soit pour les plaisirs de l'empereur lui-même, soit pour ceux du peuple : immenses bassins creusés pour les naumachies[3], réservoirs pour les jeux divers des amphithéâtres, pour toutes les fontaines improvisées aux somptueux jours de fêtes, tel était, après les jaillissements dans les vasques des palais, des thermes et des jardins impériaux, l'emploi de l'eau *nomine Caesaris*.

Faut-il croire que pour chaque aqueduc la répartition se faisait au premier château d'eau une fois pour toutes entre ces trois destinations, César, le public et les particuliers, ce qui reviendrait à dire que sur les 247 châteaux, il n'y en avait que 9 de publics contre 237 privés? Evidemment non. Dans chaque région de Rome se

1. « Quantum muneribus — ita enim cultiores appellant — quantum lacibus, etc.» (*De Aquis*, 3). Dederich : « cultiores, id est qui cultius urbaniusque loquuntur, explicante Forcellino. Vulgare nomen videtur fuisse *spectacula*. » — M. Lanciani (*ouvr. cité*), fait rapporter cultiores à *lacus* sous-entendu, et *munera* signifierait *des fontaines plus ornées que les autres*. Je pense qu'il vaut mieux s'en tenir à l'interprétation de Dederich. Juvénal (sat. III, v. 36), parle de ces parvenus, jadis joueurs de cor salariés, qui à présent offrent des spectacles au peuple (munera) :

Munera nunc edunt, et verso pollice vulgi
Quemlibet occidunt populariter.

2. *Hist. nat.*, XXXVI, 24.

3. L'aqueduc Alsietina ne fournissait d'eau dans Rome qu'à la naumachie d'Auguste située dans la région transtévérine. (*De Aquis*, 22, 85.)

trouvaient plusieurs châteaux d'eau publics, où la même répartition recommençait. Au premier château on ne prenait donc que le nombre de quinaires voulu pour la *triple* consommation de la région environnante; le surplus s'en allait rejoindre un autre château où se faisait une répartition analogue, et ainsi de suite.

D'après Frontin, avant le règne de Nerva, par le caprice ou le zèle mal entendu des fontainiers, les eaux des divers aqueducs se mélangeaient sans discernement[1], soit qu'il y eût communication des canaux entre eux, soit que plusieurs eaux vinssent converger dans les mêmes châteaux d'eau. Nerva, aidé de Frontin lui-même, y remédia. Désormais, les eaux moins pures, comme celles de l'Anio, ne vinrent plus altérer la limpidité des eaux Marcia ou Claudia. Un réservoir (qu'on a voulu confondre avec le *castellum divisorium*, château de distribution) réunissait, près la porte Majeure, cette dernière avec l'Anio novus[2] qui arrivait sur les mêmes arcades. Il fut, dorénavant, réservé aux eaux de l'Anio, et l'eau Claudia se distribua isolément. L'eau Marcia eut de même ses châteaux d'eau spéciaux, et fut destinée exclusivement à la boisson[3]. Enfin, dans chaque région, l'on eut soin de faire arriver au moins deux eaux différentes[4], de manière à éviter la pénurie, en cas de réparation de l'un des aqueducs.

Rien dans le texte de Frontin ne confirme ni ne contredit explicitement l'existence du triple bassin de Vitruve, adossé au château d'eau. Puisque chacune des trois destinations que j'ai dites comportait un grand nombre de tuyaux, il est bien possible que chacune eût sa bâche spéciale. Mais Frontin ne dit nulle part que le contingent réservé aux usages publics profitât d'un trop-plein des deux autres ; il n'est nullement question chez lui non plus d'un compartiment spécial réservé aux bains. Tout contribue donc à faire penser que la description de Vitruve vise un dispositif usité peut-être fréquemment dans d'autres villes, mais qui n'était ni général, ni appliqué à Rome en particulier.

1. *De Aquis*, 91.
2. *Ibid.*
3. *Ibid.*, 92.
4. *Ibid.*, 87.

Vestiges de divers châteaux d'eau. — Il est d'autant plus impossible de fixer un type invariable pour les châteaux d'eau publics, que les vestiges retrouvés d'authentiques bassins de distribution ne sont nullement pareils. On peut citer entre autres le castellum de Nimes, bassin circulaire de $5^{m},50$ de diamètre et 1 mètre de profondeur, entouré d'un mur en pierres de taille de $1^{m},38$ d'épaisseur (fig. 124). Sur un secteur un peu plus

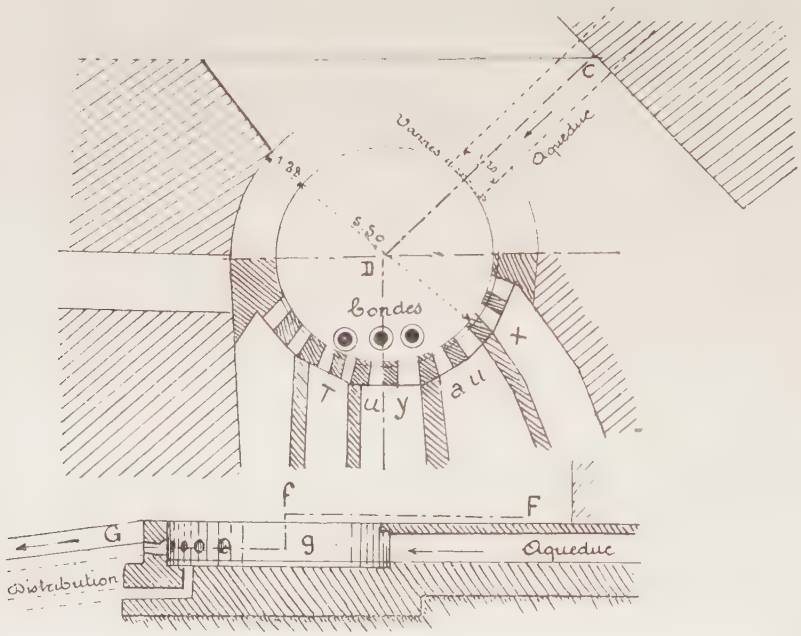


Fig. 124. — Chambre de distribution *(Castellum divisorium)* de Nîmes.

petit que le demi-cercle, à $0^{m},56$ au-dessus du radier, étaient percées dix ouvertures circulaires de $0^{m},40$ de diamètre, où prenaient naissance des tuyaux qui, deux par deux, conduisaient l'eau dans cinq directions différentes. Au fond étaient trois trous de vidange. L'aqueduc arrivait obliquement par rapport aux ouvertures, probablement à l'effet d'atténuer les remous à l'entrée des tuyaux. Au bout de chacun des dix tuyaux devaient se trouver des fontaines, des pièces d'eau, ou d'autres châteaux d'eau pour les distributions aux concessionnaires.

A Tebourba, en Tunisie (*Thuburbo minus*), j'ai pu, au mois de décembre 1906, relever le dispositif d'une chambre de distribu-

tion très petite, qui venait d'être mise à découvert par les travaux du service des ponts et chaussées[1]. Cette chambre, qui se trouve à une trentaine de mètres des citernes antiques utilisées pour les besoins de la ville actuelle[2], a $2^{m},80$ de long sur $1^{m},50$ de large et $1^{m},50$ de profondeur environ (fig. 125). Outre l'orifice O d'entrée de l'aqueduc, elle en présente trois autres, l'un C, suite de l'aqueduc, qui emmène l'eau dans la direction des citernes, un autre C′ se dirigeant vers des thermes, un troisième C″ allant probablement vers le théâtre. Ces trois orifices étaient munis de vannes V V′ V″ ; on voit parfaitement encore les

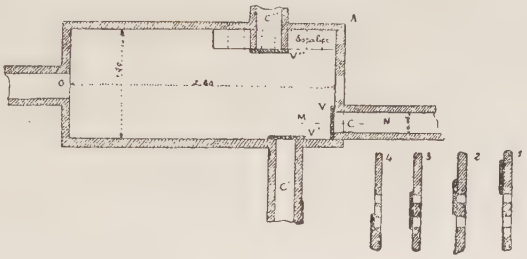


Fig. 125. — Chambre de distribution, à Tebourba (Tunisie).

rainures dans lesquelles elles glissaient. La conduite C′ était constituée par un ou plusieurs tuyaux de plomb, qui ont été enlevés, mais dont quelques fragments sont restés adhérents à la pierre. La plus intéressante des trois vannes était celle qui commandait l'entrée de C. Cette entrée n'occupe pas toute la section du canal : elle consiste en deux fenêtres superposées rectangulaires, dont les embrasures sont garnies de ciment et percées dans la paroi A A de la chambre ; elles ont pour dimensions la largeur du canal, $0^{m},45$, avec des hauteurs très réduites, $0^{m},17$ pour la fenêtre inférieure, $0^{m},11$ pour la supérieure. La vanne, dans la position 1, entièrement relevée, devait laisser ouverts les deux orifices ; dans la position 2, boucher l'orifice supérieur ; dans la position 3, boucher les deux orifices et dans la position 4, la plus basse, boucher l'inférieur. De cette façon on réglait avec beaucoup de précision l'eau à envoyer aux citernes,

1. V. notre rapport déjà cité (*Nouvelles archives des Missions*), t. XV, fasc. 2.
2. Sur ces citernes, v. le rapport de M. Drappier. (Enquête Gauckler, t. IV, 1899.)

aux thermes, au théâtre. J'imagine que, quand les deux fenêtres étaient ouvertes, c'est qu'on n'avait besoin d'eau ni aux thermes ni au théâtre, et les vannes V′ V″ restaient fermées ; si ces deux établissements devaient s'alimenter à la fois, on fermait les deux fenêtres, et la réserve contenue dans les citernes suffisait à l'alimentation du reste de la ville ; si le théâtre seul, ou les thermes seuls avaient besoin d'eau, on ne fermait qu'une des deux fenêtres.

Des citernes part un tronçon d'aqueduc, dont la suite, aujourd'hui démolie, devait conduire à un ou plusieurs châteaux d'eau réglant la distribution dans la ville. De contenance trop faible pour constituer une réserve de longue durée, ces citernes devaient servir simplement, comme la plupart de nos réservoirs modernes, à régulariser le débit journalier, se remplissant la nuit pour donner dans le jour à chaque habitant, ainsi qu'aux fontaines publiques, un cube d'eau plus considérable que ne l'aurait permis le débit naturel de l'aqueduc.

Piranesi a reproduit en une série de dessins les ruines d'un prétendu château d'eau de l'aqueduc Julia, situé près de la porte Esquiline ; ces ruines forment encore un massif imposant sur la place Victor-Emmanuel. Ce monument, postérieur à Frontin, se relierait bien en effet à l'aqueduc Julia par le nivellement, plutôt qu'à celui d'Alexandre-Sévère[1]. Mais son aspect, et même les dessins de Piranesi, portent à le considérer bien plutôt comme une fontaine monumentale, un nymphée, que comme un château de distribution.

Je ne pense pas qu'en général les châteaux d'eau aient été de très vastes constructions, bien qu'ils fussent souvent somptueusement décorés[2]. Belgrand[3] les regarde comme de simples « cuvettes » et cela paraît exact pour la majorité des cas; l'on voit même par l'exemple de Tebourba que ces cuvettes parfois étaient très petites et n'étaient pas apparentes. Que ces castella aient été souvent précédés ou suivis de grands réservoirs ou

1. On a été longtemps partisan de cette dernière attribution (V. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 173). C'est à ce monument que se trouvaient autrefois les « *Trophées de Marius* » qu'on voit au haut de l'escalier du Capitole. On donne quelquefois encore ce même nom au monument de la place Victor-Emmanuel, bien que les *Trophées* eux-mêmes n'y soient plus.

2. Pline, *Hist. nat.*, XXXVI, 24.

3. *Ouvr. cité*, p. 53.

citernes, ce n'est pas douteux : mais j'estime que rarement ils faisaient double emploi. Qu'un vaste réservoir ait existé ou non à l'extrémité d'un aqueduc, cela ne change rien d'ailleurs au mode d'adduction et de distribution. Déclarer que certain aqueduc ne se serait pas prolongé jusqu'à Lyon parce qu'on ne lui retrouve pas de grand réservoir terminus est donc une assertion puérile. Inversement, quand on retrouve dans une ville un grand réservoir, vouloir à tout prix qu'il ait été le terme d'un aqueduc et l'origine de la distribution de ses eaux, n'est pas chose beaucoup plus raisonnable.

Le réservoir de l'aqueduc du Gier à Fourvière. Distribution commençant avant ce réservoir. — Le grand bassin dont les ruines, en bien mauvais état, servent de soubassement et de caves à la maison dite *Angélique*, au sommet de la montée des *Anges*, à Fourvière, se trouvant à une cote plus élevée que le radier de tous les aqueducs, à l'exception de celui du Gier, n'a pu recevoir les eaux que de celui-ci. Le canal qu'on a découvert un peu avant ce réservoir est d'ailleurs le prolongement manifeste dudit aqueduc. En résulte-t-il que ce soit là qu'ait commencé la distribution? Evidemment non, et voici un indice assez probant du contraire. Il résulte d'un nivellement très exact opéré sur la colline de Fourvière[1] qu'entre le radier de l'aqueduc, tout près de ce réservoir, et le niveau du réservoir de fuite de Saint-Just, la différence d'altitude est de plus de 8 mètres. Ce n'est pas pour perdre au dernier moment une hauteur d'eau si notable qu'on aurait, sur 75 kilomètres, maintenu à grands frais le niveau aussi haut que possible. Il faut donc penser qu'aussitôt après les arcades qui suivent le réservoir de fuite du dernier siphon, et au niveau du point culminant de la colline, un château d'eau faisait une première répartition, au bénéfice des quartiers les plus élevés. Le surplus était conduit du côté du réservoir de la montée des Anges, à l'extrémité orientale de la colline.

Les dimensions de ce réservoir sont de $23^{m},40$ pour la longueur totale, et de $15^{m},10$ pour la largeur. Autant qu'on en peut juger,

1. Ce nivellement a été fait par M. Bosi.

il devait y avoir cinq compartiments voûtés, séparés par des murs percées de baies, de $0^m,85$ d'épaisseur. On ne voit plus aucune trace de l'entrée et de la sortie des eaux. Les parements et le radier n'existent plus.

L'emplacement des tuyaux de plomb au nom de Claude. Leur attribution possible à l'aqueduc de La Brévenne. — Flacheron a vu, un peu plus bas, dans la cave d'une maison [1], les restes d'un autre bassin plus petit, de 11 mètres de long sur 5 de large à l'intérieur ; la hauteur des murs, enduits de ciment, était, paraît-il, de 2 mètres et leur épaisseur de $1^m,50$. Le radier était pavé en petits cubes de terre cuite. C'est non loin de là qu'auraient été trouvés, vers 1730, les tuyaux de plomb marqués TI. CL. CAES. que mentionne le P. de Colonia [2]. On s'est beaucoup fondé sur cette découverte pour affirmer que l'aqueduc du Gier remonte à l'époque de Claude. Mais il faudrait pour cela que l'endroit où ont été trouvés ces tuyaux fut bien identifié. Delorme [3] interprète arbitrairement l'indication vague du P. de Colonia, et Flacheron, qui cite Delorme, donne des renseignements d'autre part qui sont en discordance. En tout cas, la pente rapide du sol après le réservoir fait franchir très vite les quelques mètres d'altitude qui séparent le niveau 292 de l'aqueduc du Gier avant le réservoir, du niveau 286, où pouvait parfaitement atteindre l'eau de La Brévenne venant des Massues [4]. Les tuyaux de Claude ont donc fort bien pu conduire l'eau de cet aqueduc.

La distribution de l'eau du Gier. — Il est probable qu'un château de distribution existait dans le voisinage du grand réservoir de la maison Angélique, soit avant, soit après [5]. S'il était placé avant — et j'adopterais cette hypothèse de préférence — le réservoir aurait été appelé à un usage particulier : approvisionnement pour un palais, des thermes ou des jardins impériaux ; les autres conduites partant de la cuvette de distribution se

1. La maison Caille. — V. Flacheron, *ouvr. cité*, p. 57.
2. *Ouvr. cité*, p. 74
3. *Ouvr. cité*, p. 59.
4. V. ci-dessus, p. 90.
5. Ou il se confondait avec lui. D'après ce qui a été dit plus haut, cette hypothèse me paraît la moins bonne.

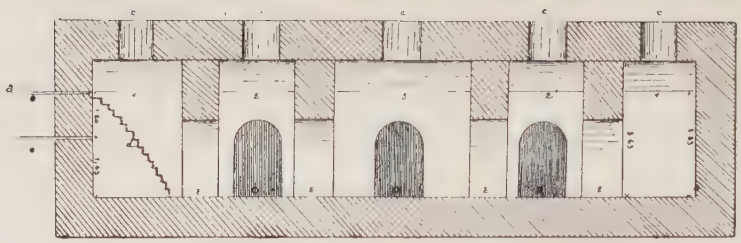
seraient réparties comme plus haut entre les services public et privé. Si l'on suppose cette cuvette au delà du réservoir, celui-ci devient, comme nos réservoirs modernes, une sorte de régulateur journalier du débit. Mais alors pourquoi ne l'avoir pas placé au point le plus élevé et avant la première distribution ?

La citerne du Grand-Séminaire. — Sur l'ensemble de ces collines où aboutissaient les quatre aqueducs, on ne connaît qu'un autre grand réservoir antique, mais incomparablement mieux conservé, attendu qu'il est à peu près intact. Il se trouve dans le jardin du ci-devant Grand-Séminaire, à la cote d'altitude 232. En voici la description exacte, que complétera l'examen du dessin [1] (fig. 126).

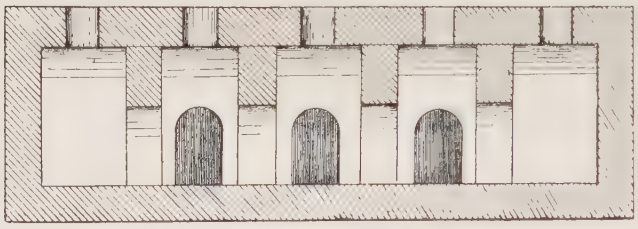
La citerne offre en plan l'aspect d'un rectangle de $15^{m},75$ sur $14^{m},05$; elle est formée de trois chambres voûtées concentriques qui communiquent par des ouvertures en plein cintre ménagées au milieu des côtés. Ce n'est pas une voûte unique qui surmonte le tout, par conséquent : il faut se représenter un caveau rectangulaire constituant la chambre centrale, avec une double rangée de corridors voûtés en plein cintre qui circulent tout autour. L'ensemble forme une construction très massive dont les piliers sont de dimensions exagérées pour la masse qu'ils ont à soutenir. La symétrie n'est pas parfaite : ainsi les dimensions des ouvertures ne sont pas tout à fait pareilles ; elles varient de $1^{m},15$ à $1^{m},44$ de largeur; leurs axes deux à deux ne coïncident pas non plus exactement et la deuxième chambre n'est pas rigoureusement inscrite dans la première avec équidistance et parallélisme respectif des côtés.

Les parois de la citerne sont recouvertes d'un enduit de ciment pareil à celui des piédroits d'aqueducs et des réservoirs de siphons ; son épaisseur est de $0^{m},03$, et il s'élève jusqu'à la hauteur de $2^{m},83$, c'est-à-dire jusqu'à la naissance des voûtes. Comme aux aqueducs aussi, les voûtes sont recouvertes d'un léger enduit de simple mortier. La maçonnerie est un blocage avec parement soigné de petits matériaux rectangulaires. Les joints de pénétration

1. C'est une reproduction d'un dessin de M. Bosi, qui, ayant déjà étudié ce monument, a bien voulu m'accompagner dans ma visite.



Coupe longitudinale.



Coupe transversale.

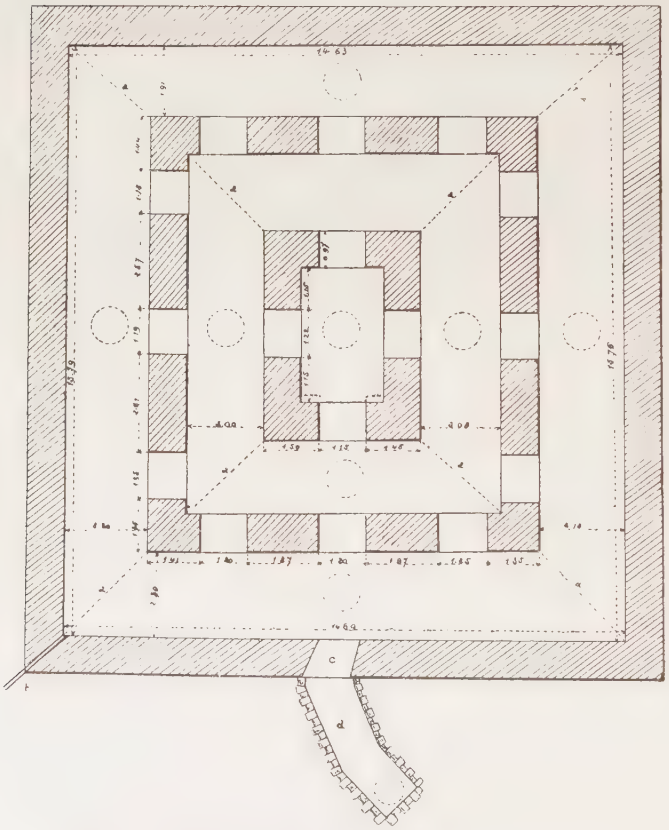


Fig. 126. — Citerne romaine du Grand-Séminaire de Lyon.

de voûte par voûte, intersections de deux cylindres de même diamètre, dessinant une arête nette et régulière. Il en est de même pour les raccordements des ouvertures d'aérage et des voûtes. Le radier, façonné comme celui des aqueducs en béton de tuileau, n'est pas parfaitement horizontal, étant un peu déprimé en forme de cuvette [1], ce qui paraît bien indiquer qu'il y avait au milieu un orifice de vidange. Cet orifice est bouché, sans doute : on ne peut le retrouver en sondant la couche de boue, recouverte de plusieurs décimètres d'eau au milieu de la chambre.

A la jonction des murs sud et ouest sont deux ouvertures ovales d'environ 12 centimètres de hauteur. Le bord inférieur de la première est au niveau de l'enduit ; la seconde est à $1^{m},20$, en

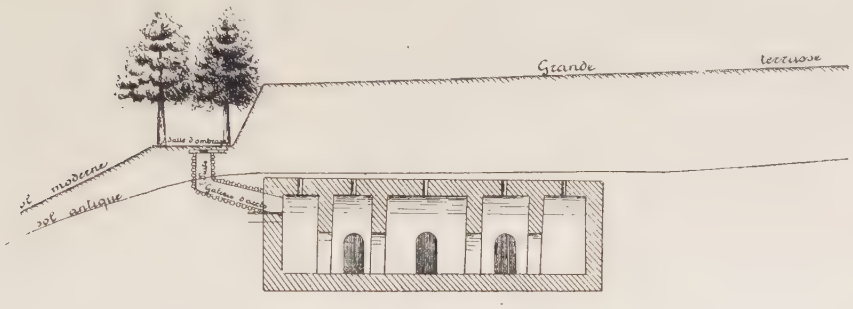


Fig. 127. — Citerne du Grand-Séminaire. Situation par rapport au sol du jardin.

contre-bas, soit à $1^{m},63$ au-dessus du radier. Elles devaient tenir enchâssés des tuyaux de plomb, qui ont été enlevés. L'eau arrivait probablement par l'orifice supérieur, s'en allait par celui de dessous, le trou du radier emmenant à l'égout les eaux de décharge : l'ouverture à la voûte permettait de manœuvrer de l'extérieur la tige de la bonde. Des vannes commandant les tuyaux devaient être à l'extérieur.

Ce n'était évidemment pas là un château de distribution, puisque, en outre du trou de vidange, il n'y avait que deux orifices, l'un d'entrée, l'autre de sortie. Le conduit d'entrée venait d'un

1. Cela se reconnaissait aisément à la profondeur de l'eau qui recouvrait le radier, le jour de notre visite, et qui mesurait $0^{m},40$ dans la chambre du milieu, $0^{m},30$ dans la seconde, et $0^{m},20$ au maximum dans celle de la périphérie, dont le bord près du mur était à sec.

château d'eau sans doute, et l'autre emmenait l'eau à quelque établissement considérable du voisinage, pour lequel un réservoir avait été nécessaire. Il est de plus une hypothèse très plausible, fondée sur la considération du niveau d'altitude. Le radier est à quelques mètres plus bas que le niveau probable d'arrivée de l'aqueduc du Mont-d'Or sur le plateau de Champvert. Un dépôt de sable fin, jaunâtre, observé sur les bords de la chambre extérieure et de menues incrustations cristallines sur les parois feraient croire volontiers que cette citerne était jadis alimentée par l'eau du Mont-d'Or, légèrement incrustante.

On a retrouvé, paraît-il, les substructions de trois autres citernes beaucoup plus petites, il y a quelques années, au cours de travaux exécutés dans les jardins du séminaire, puis les fouilles ont été comblées, sans autres constatations plus précises. Ces citernes étaient à un niveau supérieur de 7 à 8 mètres à celui du bassin qui vient d'être décrit. Y avait-il relation de subordination entre celui-ci et celles-là? Chacune était-elle indépendante des autres? D'où leur venait l'eau? Il est plus sage de ne pas se prononcer.

Distribution des eaux de La Brévenne et des autres aqueducs. — On ne peut faire aussi que des conjectures sur la manière dont s'avançaient et se divisaient à l'intérieur de la ville les eaux de La Brévenne, après leur arrivée au réservoir des Massues. De cette construction, seuls sont conservés les arcs du rampant et le massif de soutien de la chambre. Celle-ci a disparu, ainsi que les arcades qui devaient y faire suite. Elles se dirigeaient sans doute du côté de Saint-Irénée, sans être très prolongées, car Delorme a retrouvé le canal souterrain en un point qui n'est pas bien éloigné, sous le carrefour des chemins de Francheville et de Tassin, c'est-à-dire exactement à l'endroit qu'on nomme le *Point-du-Jour* [1]. Delorme et Flacheron pensent qu'il y avait un château d'eau à Saint-Irénée, au voisinage du fort, terminant l'aqueduc de ce côté, et qu'on devait aussi, non loin de là, trouver celui de l'aqueduc de Craponne. Mais je ne serais point troublé par l'absence de grandes citernes à cet endroit, ayant dit assez mon sentiment sur

1. V. ci-dessus, p. 92, 93.

la nature et les dimensions des châteaux d'eau. Et avant de m'étonner de la disparition de ceux-ci, je demanderais d'abord ce que sont devenus, à Rome, les 247 châteaux de Frontin.

Sur cette colline de Fourvière, et plus généralement dans toute la ville de Lyon, tous les monuments antiques, à bien peu d'exceptions près, ont disparu de la surface. Le sous-sol, dans ces quartiers élevés, moins garnis de bâtisses que ceux de la ville basse, renferme-t-il encore quelque chose? Il est certain que là comme ailleurs on a beaucoup détruit. On [1] dit avoir vu d'anciens baux à ferme qui sont encore en possession de divers propriétaires du plateau entre Les Massues et Saint-Irénée, et dans lesquels se trouve uniformément une clause relative à l'enlèvement des murailles en débris qui obstruaient les fonds cultivables; des fermiers se seraient presque ruinés en exécutant cette clause. On peut espérer cependant que tout n'est pas anéanti. Des fouilles sont encore possibles sur une étendue considérable du plateau et des versants, occupés par de très grands enclos qui sont délimités tels quels depuis des siècles. Avant que des maisons de rapport se soient élevées sur ces emplacements où règne encore un calme recueilli, l'occasion peut s'offrir d'y faire des recherches. Il serait à souhaiter qu'on y retrouvât quelques instructifs témoignages de la civilisation gallo-romaine, en particulier le parcours final de ces premiers aqueducs qui ont dû contourner la colline pour arriver à leur terme, et aussi quelques mailles du réseau tubulaire qui faisait circuler l'eau de toutes parts.

En attendant, je ne saurais ni m'inscrire en faux contre l'assertion suivante de Flacheron [2], ni lui donner mon assentiment :

« Ces deux aqueducs (Mont-d'Or et Brévenne), à leur entrée dans la ville, étaient divisés en deux parts : l'une pour le quartier de Saint-Just et Fourvière (son réservoir de distribution est détruit), l'autre pour le quartier de Saint-Sébastien. L'eau destinée à cette partie de la cité arrivait dans un réservoir de chasse dont on voit les ruines encastrées dans un mur de clôture à gauche, à la montée des Anges, à 15 mètres au-dessous du dividiculum de l'aqueduc du Gier. Ce réservoir a $1^{m},43$ de largeur. A l'intérieur

1. M. Gabut.
2. *Ouvr. cité*, p. 42.

les murs sont recouverts d'un mortier de ciment épais de $0^m,10$, avec bourrelets aux angles du radier. Ce dernier est formé d'une épaisseur de ciment de 7 centimètres, d'un pavement en petits carreaux de terre cuite et très dure, liés avec du mortier de ciment, et, sous ces deux couches, d'une épaisseur de 16 centimètres de béton composé de chaux et de sable broyés avec de petits morceaux ou recoupes de pierre de Choin-de-Fay. Dans ce réservoir, l'on n'aperçoit plus aucune trace des orifices des tuyaux. Ces tuyaux descendaient la montagne, traversaient la Saône et remontaient sur la montagne opposée dans un réservoir de fuite qui pouvait être derrière les Chartreux. »

On voit bien, en effet, ce vestige où Flacheron l'indique. Mais il en précise l'usage, à l'époque où c'était peut-être un réservoir, avec une assurance qu'il est impossible de partager, même discrètement. Je ne crois donc pas à ce réservoir de chasse, à cette place du moins. Mais il est fort possible que des tuyaux aient traversé la Saône, soit pour gagner la colline de Saint-Sébastien, soit pour se rendre dans l'île d'Ainay. L'exemple ne serait pas unique chez les Romains de tuyaux de plomb traversant un cours d'eau. Stace, célébrant la villa de Manlius Vopiscus, à Tibur, parle d'une dérivation de l'eau Marcia qui arrivait en coulant par des tuyaux de plomb sous l'Anio jusqu'à la princière demeure :

Teque per obliquum penitus quae laberis amnem,
Marcia, et audaci transcurris flumina plumbo [1].

Il est, au surplus, difficile de concevoir qu'on ait amené les eaux de toutes les montagnes environnantes sur la colline de Fourvière pour l'usage exclusif de ce quartier, qui, malgré son importance bien plus grande qu'aujourd'hui, n'aurait pas absorbé à lui seul une profusion d'eau si considérable, tandis que les deux autres quartiers, qui se développaient et s'enrichissaient de jour en jour, en auraient été privés. Sans doute les Romains connaissaient suffisamment les moyens d'élever l'eau par les pompes et les norias pour faire servir à bien des usages l'eau de la Saône et du Rhône ; mais on sait qu'il y avait de l'autre côté

1. « Et toi, Marcia, qui franchis le cours oblique du fleuve, et qu'un plomb audacieux porte à travers ses ondes. » (Silves, I, III, 66.)

de la Saône des demeures somptueuses ; l'eau souvent trouble des deux fleuves aurait-elle suffi aux vasques, aux jets d'eau, aux piscines où l'on se plongeait, à tout ce qui faisait le luxe d'un riche Gallo-Romain ? Il parait donc raisonnable de croire aux tuyaux traversant la Saône, et soit immergés, soit soutenus par les ponts qui devaient sans doute relier les deux rives. Enfin, l'on n'a pas dû attendre pour cela la création du dernier aqueduc.

Il en résulte que la bifurcation de l'eau de La Brévenne en deux branches, après Les Massues, l'une atteignant Saint-Irénée, l'autre passant au-dessous de Loyasse et contournant Fourvière par le nord-est, apparaît comme vraisemblable. Mais tout cela ne peut être donné comme certain, non plus que tout ce que nous pourrions dire des emplacements propices à l'installation des châteaux d'eau publics ou privés. On ne peut que se représenter en gros ce que devait être l'ensemble de la distribution, d'après la façon dont le texte de Frontin nous la fait imaginer à Rome. Seuls les débris souterrains et les inscriptions qu'il ne faut pas encore désespérer de retrouver, pourront faire connaître çà et là quelque détail.

§ II. — **Mesure du débit et de la distribution.**

Avant de chercher à évaluer approximativement le débit des divers aqueducs lyonnais décrits, il est bon de rappeler comment les Romains déterminaient eux-mêmes et calculaient pour chaque usage le débit de toutes les branches d'une canalisation ramifiée presque à l'infini.

Divers systèmes modulaires. — Les modules, ou unités de mesure des eaux, étaient établis d'après l'unité de section des tuyaux de conduite, suivant ce que dit expressément Frontin[1]. Les unités fondamentales étaient primitivement le doigt et l'once, le doigt étant la seizième partie du pied[2] et l'once la douzième.

1. *De Aquis*, 24.
2. C'est-à-dire $0^m,0185$; l'once = $0^m,02464$.

On distinguait la section carrée et la section ronde, et l'unité de section était celle qui avait l'unité de longueur pour côté ou pour diamètre. Frontin note en passant la différence entre les deux sections, et son calcul est juste [1].

Une autre espèce d'unité de section, dit Frontin, fut inaugurée, soit par Agrippa, soit par l'architecte Vitruve [2], et devint bientôt le module le plus usuel : ce fut le quart de doigt. Mais le tuyau le plus petit façonné d'après cette unité fut le *quinaire*, dont le diamètre était de cinq unités, soit cinq quarts de doigt. Le tuyau de six quarts de doigt fut appelé *sénaire*, celui de sept quarts le *septénaire*, et ainsi de suite jusqu'au *vicenaire*, d'un diamètre égal à vingt quarts de doigt, soit à cinq doigts [3].

A partir du vicenaire, la section des tuyaux fut évaluée, non plus par le nombre de quarts de doigt que mesurait le diamètre, ni par le nombre de quinaires contenus dans cette section, mais par le nombre de doigts carrés qu'elle comprenait. Le tuyau dont l'aire contenait 25 doigts carrés fut appelé tuyau de 25 (*vicesimum quinum*), et ainsi de suite, le trentenaire contenant 30 doigts carrés, jusqu'au tuyau de 120 doigts carrés (*centenum vicesimum*).

Le tuyau vicenaire empruntait son nom aux deux manières de compter. En effet, un cercle de 20 doigts carrés et un cercle de 20 quarts de doigt ou 5 doigts de diamètre donnent deux surfaces à peu près égales, la première étant un peu plus grande [4].

Il y avait, en tout, vingt-cinq modules, dont sept avant le vicenaire, et les autres obtenus en comptant de 5 en 5 depuis

1. Archimède évaluant à 22/7 le rapport de la circonférence au diamètre, on trouve que le carré est bien, comme dit Frontin, de 3/14 de ses parties plus grand que le rond, et celui-ci de 3/11 des siennes plus petit que le carré.

2. Il n'est pas sûr que ce soit l'auteur du célèbre traité. En effet, nous avons vu (p. 179, 180) que Vitruve mesurait les tuyaux d'après la longueur du périmètre, ce qui est un système tout à fait différent. D'après lui, le tuyau cinquantenaire est formé d'une lame qui, avant d'être repliée, a une largeur de 50 doigts et qui, repliée, a par conséquent un périmètre moyen de 50 doigts. « Ex latitudine autem lamnarum, quot digitos habuerint, antequam in rotundationem flectantur, magnitudinum ita nomina concipiunt fistulae : namque quae lamna fuerit digitorum quinquaginta cum fistula perficietur ex ea lamna, vocabitur quinquagenaria, similiterque reliquae (VIII, 7). » Or, si nous nous reportons au tableau ci-contre, p. 329, nous verrons que le périmètre du cinquantenaire, d'après Frontin, est d'un peu plus de 25 doigts seulement.

3. *De Aquis*, 28. On comptait aussi par le nombre de quinaires que comportait une section (*De Aq.*, 27).

4. En effet, la surface du tuyau de 5 doigts de diamètre est égale à $\frac{\pi \times 25}{4} = 19{,}625$. Le tuyau vicenaire calculé d'après l'autre système avait donc un cinquantième de plus environ.

TUYAUX	DIAMÈTRE DE FRONTIN	Réduction en Décimales	PÉRIMÈTRE DE FRONTIN	CAPACITÉ DE FRONTIN	Réduction en Décima'es	Section en doigts carrés		OBSERVATIONS
Quinaria	Digitum I, quadrantem...	1.250	Digitos III, deuncem, scripul III	Capit quinariam unam	1.000	1.222	Les noms des tuyaux expriment les quarts de doigt de diamètre.	
Senaria. .. .	Digitum I, semis.....	1.500	Digitos IV, bessem, semiunciam, scripula II.....	Quin I, quincuncem, scripula VII.....	1.368	1.756		
Septenaria.....	Digitum I, dodrantem. ..	1.750	Digitos V, semis	Quin I, deuncem, semiunciam	1.961	2.406		in usu non est.
Octonaria.....	Digitos II.....	2.000	Digitos VI, quadrantem, scripula X.....	Quin II, semis, semiunciam, scripula V.....	2.561	3.143		
Denaria	Digitos II, semis.	2.500	Digitos VI, dextantem, scripula VII.....	Quin IV.....	4 000	4.910		
Duodenaria.. ..	Digitos III.	3.000	Digitos IX, quincuncem, scripula III.....	Quin V, dodrantem, scripula III.....	5.760	7.071		in usu non est ; alia apud aquarios habebat diametri digitos III, semiunciam, scripula VI, capacitatis, quinarias VI.
Quinum denum.	Digitos III, dodrantem....	3.750	Digitos XI, dodrantem, scripula X	Quin IX.....	9 000	11.049		
Vicenaria.	Digitos V.....	5.000	Digitos XV, dextantem, scripula VI.....	Quin XVI, quadrantem, semiunciam	16.291	19.625 20.000		apud aquarios habebat diametri digitos IV, semis, capacitatis quinarias XIII.
Vicenum quinum	Digitos V, scripula XVII..	5.640	Digitos XVII, bessem, semiunciam, scripula VII ..	Quin XX, trientem, scripula IX.....	20.375	25.000	Les noms des tuyaux expriment les doigts carrés de section.	in usu non est.
Tricenaria... ..	Digitos VI, sextantem, scripula III..... ...	6.180	Digitos XIX, quincuncem.	Quin XXIV, quincuncem, scripula V.....	24.450	30.000		
Tricenum quinum....	Digitos VI, bessem, scripula II.....	6.674	Digitos XX, deuncem, semiunciam, scripula IV.....	Quin XXVIII, semis, scripula III.....	28.524	35.000		in usu non est.
Quadragenaria..	Digitos VII, unciam, semiunciam, scripula III.....	7.134	Digitos XXII, quincuncem	Quin XXXII, septuncem..	32.599	40.000		
Quadragenum quinum.	Digitos VII, semis, semiunciam, scripula VIII	7.542	Digitos XXIII, dodrantem. semiunciam.....	Quin XXXVI, septuncem semiunciam, scripula VIII.	36.674	45.000		in usu non est.
Quinquagenaria.	Digitos VII. deuncem. semiunciam. scripula V...	7.982	Digitos XXV, semiunciam, scripula VII.....	Quin XL, bessem, semiunciam, scripula V..	40.416	50.000		
Quinquagenum quinum	Digitos VIII, trientem, scripula X	8.366	Digitos XXVI, quadrantem, semiunciam.....	Quin XLIV, dodrantem, semiunciam, scripula II.....	44.825	55.000		in usu non est.
Sexagenaria..	Digitos VIII, bessem, semiunciam. scripula VIII....	8.740	Digitos XXVII, quincuncem semiunciam..	Quin XLVIII, dextantem, scripula XI....	48.908	60 000		
Sexagenum quinum...	Digitos IX, unciam, scripula III	9.096	Digitos XXVIII, septuncem	Quin LII, deuncem, scripula VIII	52.975	65.000		in usu non est.
Septuagenaria..	Digitos IX, quincuncem, scripula VI.....	9.440	Digitos XXIX, bessem...	Quin LVII, scripula V...	57.049	70.000		
Septuagenum quinum	Digitos IX, dodrantem, scripula VI	9.770	Digitos XXX, bessem, scripula VIII . .....•...	Quin LXI, unciam, scripula II .....•.....	61.124	75.000		in usu non est.
Octogenaria. ..	Digitos X, unciam, scripula II...	10.090	Digitos XXXI, bessem. semiunciam.....•.....	Quin LXV, sextantem.....	65.199	80.000		
Octogenum quinum.	Digitos X, trientem. semiunciam, scripula VII.....	10.400	Digitos XXXII, bessem. scripula IV.....	Quin LXIX, quadrantem ..	69.274	85.000		in usu non est.
Nonagenaria	Digitos X bessem. scripula X.	10.702	Digitos XXXIII, septuncem. semiunciam. scripula III.	Quin LXXIII, quadrantem. semiunciam, scripula V. .	73.349	90.000		
Nonagenum quinum .	Digitos X. deuncem. semiunciam, scripula IX.....	11.998	Digitos XXXIV, semis. semianciam.....	Quin LXXVII. trientem. semiunciam. scripula II...	77.440	95.000		in usu non est.
Centenaria . . .	Digitos XI, quadrantem, scripula IX.....	12.282	Digitos XXXV, quincuncem, semiunciam..... .	Quin LXXXI. quincuncem. scripula X.	81.499	100.000		apud aquarios habebat diametri digitos XII, capacitatis quinarias nonaginta II.
Centenum Vicenum ..	Digitos XII, trientem. scripula VI..	12.358	Digitos XXXVIII. sextantem..	Quin LXXXXVII, dodrantem....	97.799	120.000		apud aquarios habebat diametri digitos XVI, capacitatis quinarias CXIII, deuncem, qui modus duarum centenariarum est.

celui-ci jusqu'au module de 120 doigts carrés. Frontin indique leur valeur en fonction du diamètre, du périmètre et du nombre de quinaires qu'ils représentent[1]. Le tableau de la page 329 permettra d'avoir une vue d'ensemble sur la valeur de ces divers modules. Il est emprunté à l'ouvrage de M. Lanciani[2].

Le grand défaut de ce système résidait dans le changement d'unité à partir du vicenaire, et l'anomalie est d'autant plus évidente que c'était toujours par le nombre de quinaires que les débits s'évaluaient, malgré le nom chiffré des tuyaux. C'était une source continuelle d'erreurs et de fraudes. Les fontainiers profitaient de la confusion pour diminuer ou augmenter, suivant leur intérêt, le diamètre des tuyaux les plus usuels. Comme l'eau arrivait aux châteaux secondaires généralement par des tuyaux de 100 et de 120, ils en augmentaient un peu le diamètre, tandis qu'ils diminuaient celui du vicenaire. Recevant ainsi plus qu'ils ne distribuaient aux concessionnaires légitimes, ils vendaient le surplus à leur profit, comptant sur l'excuse de l'erreur s'ils étaient pris en faute. Nous verrons plus loin qu'on prit contre ce genre de fraude des mesures sévères.

Evaluation du quinaire, unité modulaire de Frontin. — Reste à expliquer comment le quinaire, qui n'apparaît, d'après le texte de Frontin, que comme une mesure de surface, ou si l'on veut, de section tubulaire, et non comme une mesure de capacité, servait à évaluer le débit.

Des tubes de prise d'eau, en bronze[3], dont les centres étaient placés sur une même ligne horizontale, traversaient la paroi de chaque château d'eau. Ces tubes, nommés *calices*, étaient de modules définis divers, d'après le système du quinaire, qui vient

1. *De Aquis*, 39 à 63.

2. *Ouvr. cité*, p. 358-359. Ce tableau est fait exactement d'après le texte de Frontin. Je n'ai pas reproduit les chiffres représentant le poids des tuyaux de 10 mètres de long; aussi bien Frontin ne les donne-t-il pas, ce qui est naturel, car l'épaisseur pouvait varier suivant la charge que ces tuyaux avaient à supporter. Les évaluations en mètres cubes par 24 heures ne sont pas transcrites non plus, la valeur du quinaire en débit n'étant pas rigoureusement fixée.

3. « Excogitatus videtur (modulus æneus), quoniam rigore æris difficiliore ad flexum non timeri potest laxari vel coarctari formulas modulorum. »

« On a imaginé de faire ces modules en bronze, parce que, grâce à la dureté de ce métal qui ploie difficilement, on n'a pas à craindre que les tuyaux s'élargissent ou se resserrent. » (*De Aquis*, 36.)

d'être exposé. Ils se continuaient par des tuyaux de plomb, qui allaient, comme il a été dit aussi, soit aux établissements de César ou du public, soit aux châteaux d'eau privés. Là, nouvelle distribution, avec calices du même genre, chaque abonné ayant le sien, à la suite duquel s'adaptait le tuyau de plomb aboutissant à son domicile [1].

Or, il n'y a pas bien longtemps de cela, au milieu du siècle dernier, la manière de mesurer et de distribuer l'eau dans nos villes et notamment à Paris, était, à ce qu'il semble au premier abord, fort assimilable à ce procédé romain, sauf que l'on n'employait qu'un seul module, le *pouce d'eau* ou *pouce de fontainier*. Chaque tuyau de prise d'eau était d'un pouce de diamètre (0^m,2707); tous étaient rangés sur une même ligne de niveau et perpendiculaires à la face du château d'eau auquel ils étaient adaptés. Il fallait que le bord supérieur de chaque orifice fût à une ligne seulement (1/12 de pouce, 0^m,00226) au-dessous du niveau de l'eau dans le réservoir. Le centre était donc à 7 lignes au-dessous de cette surface. Dans ces conditions, le produit de cet orifice (du pouce d'eau), était de 672 pouces cubes par minute, soit environ 13 litres.

On avait un moyen de distribuer l'eau régulièrement, sans que la longueur du tuyau de conduite ni son diamètre pussent influer sur la quantité d'eau distribuée par les petits tuyaux à pouce d'eau servant de jauge. L'eau tombait à gueule bée dans des cases qui recevaient un nombre de pouces d'eau déterminé pour chacune, c'est-à-dire que dans chacune d'elles se déversaient un ou plusieurs des petits tuyaux. Au fond de ces cases étaient soudés les tuyaux qui menaient l'eau à sa destination [2]. Le château d'eau était divisé en deux compartiments par une cloison qui s'opposait au courant de l'eau. Cette cloison ne touchait pas le fond du réservoir, en sorte que l'eau passait, en remontant sans agitation, du premier compartiment dans le second où étaient les tuyaux de jauge.

1. On pouvait dans certains cas (pour les concessions suburbaines sans doute), adapter le calice aux parois du canal. (*Ibid.*)

2. Le château d'eau de la fontaine Gaillon, à Paris, est le dernier qui ait été construit d'après ce système.

Opinions opposées de Rondelet et de Belgrand. — Or, pouvons-nous assimiler vraiment la distribution romaine à celle-ci ? Rondelet prétend que oui et Belgrand soutient le contraire. D'après ce dernier, les calices ne pouvaient être des orifices de jauge. Cela viendrait de ce que les Romains n'avaient pas trouvé, pour régulariser le débit, la modification bien simple appliquée dans les châteaux d'eau modernes et qui consiste, non seulement à soumettre ces calices à une charge déterminée et constante, mais encore à les faire déboucher à l'air libre, dans ces cases dont l'usage vient d'être expliqué.

« La conduite de distribution chez les Romains, dit Belgrand [1], étant adaptée à l'extrémité du calice et se prolongeant sans solution de continuité jusqu'au domaine du concessionnaire, le produit d'un module était déterminé, non pas seulement par son diamètre, mais encore par le diamètre de la conduite d'eau qui y faisait suite, par la longueur de cette conduite, et par la différence de niveau qui existait entre le plan d'eau du château d'eau et le centre de l'orifice de sortie chez le concessionnaire. Le volume d'eau que recevaient les concessionnaires avec le même calice, variait avec ces quatre éléments. »

Belgrand estime donc qu'en raison des grandes différences de dénivellations et de longueurs de conduites dans les canalisations dépendant d'un même château d'eau, l'adaptation des calices sur une même ligne horizontale ne pouvait que très imparfaitement régulariser le débit. « Cette disposition, ajoute-il, était néanmoins indispensable. Si les calices avaient été posés à des niveaux différents, les plus élevés auraient pu n'être plus couverts d'eau en temps de sécheresse, et, par conséquent, n'auraient plus rien débité, tandis que les autres auraient fourni presque le même volume d'eau. »

D'ailleurs, une remarque de Frontin lui-même montre bien qu'il se rendait compte de la variation de débit suivant la différence de niveau.

« Meminerimus omnem aquam, quoties ex altiore loco venit, et intra breve spatium in castellum cadit, non tantum respondere modulo suo, sed etiam insuperare. Quoties vero ex humiliore, id

1. *Ouvr. cit.*, p. 85.

est minore pressura, longius ducatur, segnitia ductus modum quoque deperdere; ideo secundum hanc rationem, ant onerandam esse erogationem, aut relevandam[1]. »

Les raisons de Belgrand se confirment par le rappel d'un autre passage de Frontin[2] d'où il ressort avec évidence que le calcul fait par le curateur romain du nombre de quinaires qu'apportait l'aqueduc *Appia* ne tient aucun compte de la vitesse d'écoulement de l'eau et prouve, par suite, le peu de précision que comportait cette unité de mesure, en tant que mesure de débit.

« Cependant, m'étant transporté aux Gémelles..., j'ai trouvé que la venue d'eau qui coulait dans l'aqueduc avait 1 pied 3/4 ($0^{m},51968$) de largeur sur 5 pieds ($1^{m},4848$) de hauteur, ce qui donne une superficie de 8 pieds 3/5 ($0^{m2},77162$) ou de 2.240 doigts carrés, qui font 1.825 quinaires. »

En effet, en divisant la section fluide $0^{m2},77162$ par $0^{m2},000423$, section de l'orifice du quinaire, on trouve bien pour quotient 1.825. Donc, dans l'équation $Q = \Omega V$, qui exprime le débit, le second terme V est supposé égal à l'unité, quelle que soit la mesure prise. Ainsi Q est dans ces évaluations un chiffre absolument fictif.

Voyons, d'autre part, quel est le raisonnement de Rondelet.

Il compare[3] le tuyau quinaire au tuyau de jauge de Rome usité de son temps (vers 1820), *l'once d'eau*, et remarque que le diamètre de ce tuyau est d'une once et sa longueur de 15 onces; de plus, que le centre de l'orifice est à 15 onces au-dessous de la superficie de l'eau du réservoir. Dans la conviction que cette égalité entre la longueur du module et la hauteur d'eau au-dessus de son centre provient des traditions antiques, il suppose que, puisque Frontin assigne 12 doigts à la longueur des calices, la hauteur d'eau au-dessus de leurs centres était aussi de 12 doigts.

Dès lors, en supposant cette hauteur constante et en ne tenant

1. « Nous nous souviendrons que toute eau qui part d'un lieu plus élevé et arrive au château d'eau en parcourant un court espace, non seulement donne un volume qui correspond à son module, mais même dépasse ce volume, et qu'au contraire celle qui part d'un lieu moins élevé, et parcourt un espace plus grand, devient paresseuse et arrive en quantité moindre. Il faut donc, suivant le cas, augmenter ou diminuer la concession. » (*De Aq.*, 112.)

2. *De Aquis*, 65.

3. *Commentaire de Frontin*. Notions préliminaires, p. XIV.

pas compte des tuyaux adaptés aux calices, le quinaire donnerait par seconde 0 lit.,693, soit 60 mètres cubes par 24 heures environ[1].

Or, il faut observer que Frontin ne dit rien de cette hauteur d'eau au-dessus du centre des orifices, et de plus, qu'il donne pour les modules la longueur de 12 doigts comme un minimum[2], et non comme une dimension fixe. L'hypothèse pèche donc par la base. Et d'ailleurs d'autres raisonnements formulés par Rondelet dans la suite de son ouvrage, montrent qu'il se rendait compte lui-même de la fragilité de celle-ci[3]. On ne saurait donc se fonder sur un résultat ainsi obtenu.

Essai d'évaluation a posteriori, et par les formules usuelles. Valeur moyenne. — Mais ne peut-on arriver à calculer la valeur du quinaire en prenant le nombre de quinaires indiqué par Frontin pour le débit de l'un des aqueducs, et en comparant ce chiffre à celui qu'on obtient par l'évaluation ordinaire : multiplication de l'aire de la section mouillée par la vitesse d'écoulement?

Un maximum de vitesse de la Marcia a été calculé dans un des chapitres ci-dessus[4] pour une section mouillée de $1^{m},70$ de large sur $0^{m},60$ de hauteur d'eau[5], non loin de la source, avec la pente de 2 mètres environ, adoptée par Rondelet. Cette vitesse serait de $2^{m},30$. Dans ces conditions, le débit serait :

$$1^{m},70 \times 0^{m},60 \times 2^{m},30 = 2.346 \text{ litres},$$

soit 2 mètres cubes, 346 litres par seconde, et par 24 heures

1. Prony, peut-être par suite d'un raisonnement analogue, indique pour la valeur du quinaire 0 lit.,653 par seconde et $56^{m3},420$ litres en 24 heures.

2. « Longitudo ejus habere debet digitos non minus decem. » (*De Aquis*, 36.)

3. « Il semble que du temps de Frontin, dit-il, on avait un moyen de vérifier la quantité d'eau autrement que par la superficie de l'orifice du module qui la fournissait, peut-être en recevant cette eau dans une mesure qui devait être remplie dans un temps donné, indiqué par des clepsydres, c'est-à-dire qu'on parvenait à fournir la quantité d'eau en un temps donné *en plaçant le calice plus ou moins éloigné de la surface de l'eau* du canal ou du réservoir qui la fournissait. » (Traduction du commentaire de Frontin, note page 42.)

Et ailleurs :

« Ce ne pouvait être qu'une espèce de tâtonnement indiqué par l'usage *qui faisait placer le module un peu plus haut ou un peu plus bas*, pour parvenir à lui faire fournir dans un temps fixé la quantité d'eau que comportait le module, reçue dans un vaisseau dont la capacité était connue. » (Addition au commentaire de Frontin, p. 69.)

4. P. 172.

5. Ces dimensions sont données par Belgrand, p. 62, d'après le colonel Blumensthil.

202.694 mètres cubes. Or, d'après Frontin, le débit de la Marcia à l'origine est de 4.690 quinaires. Le quinaire représenterait donc, par seconde $\frac{2.346 \text{ litres}}{4.690} = 0$ lit.,500 par seconde, et par 24 heures $43^{m3},200$.

J'ai déjà fait observer[1] que le nivellement de Rondelet entre les sources et Tivoli donnait une pente moyenne bien trop forte, parce qu'il n'avait pas tenu compte des chutes; la vitesse de $2^{m},30$ est donc un maximum qui n'a certainement pas été atteint. Il en résulte que le chiffre de 0 lit.,500 pour le quinaire est trop fort et à plus forte raison celui de 0 lit.,693, que donnait Rondelet. C'est par ses propres données qu'il est convaincu d'erreur.

Les calculs du colonel Blumensthil, constructeur de l'aqueduc Marcia nouveau, et premier directeur de la Compagnie des Eaux *Pia Marcia*, donnent pour le quinaire une valeur encore bien plus faible que 0,500. Il a évalué le débit dans une section connue, par la formule de Darcy et Bazin[2]. Les restes de l'aqueduc Marcia, dit-il, sont assez bien conservés pour permettre de mesurer avec exactitude la section et la pente. Le périmètre mouillé se déduit avec une suffisante précision de la hauteur des inscrustations. Ces éléments ainsi déterminés, si l'on suppose qu'au temps de Frontin l'aqueduc était en parfait état; si l'on prend pour le niveau de l'eau la ligne la plus élevée des incrustations à un mètre au-dessus du radier; si l'on adopte aussi la pente moyenne de $0^{m},46$ pour 800 mètres, on aura pour vitesse d'écoulement, d'après la formule :

$$V = 63,25 \sqrt{\frac{L\,H \times I}{L + 2\,H}}$$

$$= 63,25 \sqrt{\frac{1,50 \times 1,00 \times 0,46}{3,50 \times 800}}$$

$$= 63,25 \times 0,0155 = 0,987$$

1. Voir ci-dessus, p. 170, note 2.

2. C'est celle que j'ai donnée plus haut (p. 172) $U = C\sqrt{RI}$ ou $V = C\sqrt{\frac{L\,H\,I}{L+2\,H}}$ ce qui revient au même. Cette formule, par suite de fautes d'impression, est inexactement transcrite dans l'ouvrage de M. Lanciani (p. 361) où se trouve relaté ce calcul, et celui-ci en devient peu intelligible.

3. 63,25 est le coefficient C adopté par Blumensthil.

L étant la largeur du canal, $1^{m},50$, H la hauteur de l'eau, 1 mètre, et I la pente par mètre $= \frac{0,46}{800}$

La vitesse était donc sensiblement de 1 mètre par seconde. En multipliant 0,987 par la section mouillée $1^{m},50$, on obtient pour le débit 1.480 litres à la seconde, ce qui, mis en regard du chiffre de Frontin, 4.690 quinaires, donne pour le quinaire o lit.,315 et 27.216 mètres cubes par 24 heures.

Cette fois, le chiffre paraît un peu faible, ce qui est dû, je crois, à la valeur réduite du coefficient C. Si, comme le dit Blumensthil, l'aqueduc doit être considéré comme en parfait état au temps de Frontin, il faudrait plutôt prendre le coefficient des parois très lisses donné par les tables pour un rayon moyen de $0^{m},44 = \frac{1,50}{3,50}$

Ce coefficient est, d'après les tables de Bazin, de 79 à 80, et non 63,25. La vitesse est alors de $1^{m},24$, le débit de 1.870 litres par seconde, et la valeur du quinaire de o lit.,396, soit $34^{m3},216$ par 24 heures.

Donc, en raison de la différence arbitraire d'appréciation sur ce coefficient, de même qu'en raison de la hauteur d'eau variable dans le canal, on ne saurait fixer de valeur absolue pour le quinaire par le moyen de cette formule. Cette valeur oscillerait entre o lit.,300 et o lit.,400 par seconde.

D'autre part, bien que Frontin ne donne théoriquement au quinaire qu'une valeur d'unité de surface, il est bien évident que pour lui et pour tous ceux à qui il s'adressait, ce mot représentait une certaine moyenne de débit. Il dit d'ailleurs expressément : « Omnis autem modulus colligitur aut diametro, aut perimetro, aut areae mensura : ex quibus et capacitas apparet[1]. »

Lui-même nous fait comprendre qu'il n'effectuait ses opérations de jaugeage qu'aux points où la vitesse n'était ni trop lente ni trop rapide. Il déclare n'avoir pu mesurer l'eau Virgo à son point de départ, parce qu'elle y coule trop lentement[2]; il insiste à plusieurs reprises sur les mesures prises aux piscines, vers le VII^e^ milliaire de la voie latine : « *Modus mensuris positis.., manifestis mensuris..*,

1. *De Aquis*, 26.
2. *Ibid.*, 70.

initur[1]. » Là, on pouvait régler à volonté la vitesse du courant à travers les jauges, et la rendre moyenne par conséquent. Il est donc très légitime, pour obtenir la valeur moyenne du quinaire telle qu'elle apparaissait à Frontin, de multiplier cette surface unité par une vitesse moyenne. En doigts carrés, elle est de 222, ce qui équivaut en système métrique à 418 millimètres carrés. Or, si nous considérons, d'après l'usage courant, la vitesse moyenne comme comprise entre $0^{m},75$ par seconde et 1 mètre, le quinaire moyen sera compris entre $0^{m2},000418 \times 0^{m},75$ et $0^{m2},000418 \times 1$ mètre, soit entre 0 lit.,313 et 0 lit.,418 par seconde, ce qui est précisément la moyenne trouvée tout à l'heure par les formules.

Nous pouvons donc définitivement adopter pour valeur *moyenne* du quinaire *0 litre, 350* par seconde, et par 24 heures $30^{m3},240$, soit *trente mètres cubes* en chiffre rond, moitié de la valeur indiquée par Rondelet.

Par suite, en prenant les chiffres de Frontin, nous aurons, pour la quantité d'eau distribuée en moyenne par 24 heures[2], dans Rome ou hors de Rome :

Anio vetus....	4.398	quinaires	131.940	mètres cubes.
Appia.....	1.825	—	54.750	—
Marcia.....	4.690	—	140.700	—
Tepula et Julia.	1.368	—	41.040	—
Virgo.....	2.504	—	75.120	—
Alsietina.....	392[3]	—	11.760	—
Claudia.....	4.607	—	138.210	—
Anio novus....	4.738	—	142.140	—
	24.522	quinaires	735.660	mètres cubes.

1. *De Aquis*, 19, 66 et suiv.

2. Je suppose que les fraudes signalées par Frontin (*De Aquis*, 66 à 74) ont été entièrement réprimées, et que toute l'eau se distribue régulièrement.

3. Ce chiffre ne correspond qu'à la quantité d'eau distribuée, car l'aqueduc donnait bien davantage ; la presque totalité s'en allait, non jaugée, à la naumachie d'Auguste. (*De Aquis*, 22 et 71.)

Procédés employés à Rome pour régulariser la distribution. — Belgrand fait un certain nombre de remarques des plus justes sur la variation du débit suivant les saisons, et suivant la situation des usagers par rapport au château d'eau.

« La hauteur du plan d'eau au-dessus de la ligne des centres des calices était nécessairement variable, et plus grande en temps de hautes eaux qu'en temps de sécheresse extraordinaire... Ces petites variations de niveau n'avaient pas une action bien sensible sur les débits tant que les calices ne se découvraient pas, parce que les vitesses d'écoulement sont proportionnelles à la racine carrée des charges; par exemple, le volume d'eau reçu par l'usager dont l'orifice de sortie était à 2 mètres au-dessous du plan d'eau moyen du château d'eau, variait de 5 % à peine, lorsque ce plan d'eau s'élevait ou s'abaissait de 10 centimètres. Il en était de même lorsque les bords des calices commençaient à se montrer: un petit abaissement ne diminuait pas considérablement le débit de la prise d'eau... Les centres des orifices étant sur la même ligne horizontale, les premiers calices qui paraissaient au-dessus de l'eau, en temps de sécheresse extraordinaire, étaient ceux d'un grand diamètre... Dans ce cas, les grands usagers étaient les premiers à souffrir; les diminutions relatives des débits des divers modules n'étaient sans doute pas très importantes, mais enfin la quantité d'eau reçue par les petits concessionnaires était un peu moins variable; ils étaient mieux protégés [1]. »

Certain règlement était aussi une mesure de protection en faveur des petits concessionnaires en même temps qu'une précaution contre un usage de l'eau excédant la valeur nominale de la concession. Je veux parler du sénatus-consulte cité par Frontin, et qui eut pour but de diminuer l'influence du diamètre de la conduite adaptée au calice et conduisant au domaine de l'usager. Toute conduite dut désormais être établie, sur une longueur d'au moins 50 pieds ($14^{m},85$) à partir du calice, avec le même diamètre que celui-ci [2]. Au delà, l'on pouvait prolonger sa

1. Belgrand, *ouvr. cité*, p. 99.

2. (*De Aquis*, 106) « Ne cui eorum quibus aqua ducetur publica jus esset intra quinquaginta pedes ejus castelli ex quo aquam ducerent laxiorem fistulam subjicere quam *quinariam*. » Ce sont les termes du décret; mais il faut probablement ne pas prendre *quinariam* dans son sens rigoureux, car Frontin dit quelques lignes plus haut d'une façon plus générale : « *Verum ejusdem luminis, quo calix signatus est.* » *Quinariam* signifierait donc ici *tuyau de jauge réglementaire, étalonné suivant le système quinaire.*

conduite avec tel diamètre qu'on voulait. Un tube de forte dimension adapté tout de suite au calice avait forcément pour résultat d'augmenter le débit ; cette augmentation au contraire devenait insignifiante, quand le grossissement de section se produisait à cette distance d'une quinzaine de mètres. Ainsi l'Etat se protégeait contre une manœuvre abusive, et protégeait en même temps les petits usagers qui ne pouvaient faire comme les riches une forte dépense de tuyaux.

En somme, pour résumer tout ce qui vient d'être dit, la valeur nominale d'une concession dans les distributions d'eau romaines ne correspondait pas à un volume d'eau par jour absolument fixe. Le débit général variant dans le cours de l'année, tous les débits partiels variaient en conséquence. D'autre part, les volumes d'eau pour deux concessions de même valeur nominale variaient dans une certaine mesure tenant à la situation de l'usager par rapport au château d'eau. L'habileté de l'ingénieur qui établissait le réseau consistait donc à relier les châteaux, soit entre eux, soit avec les divers établissements publics et les divers domiciles, de manière à compenser toutes ces inégalités [1]. Ainsi devait se faire l'équilibre entre les quinaires fournis par l'aqueduc et les quinaires distribués.

Tel était le principe appliqué à Rome ; tel fut probablement celui qu'on suivit à Lyon. Nous ne savons pas d'ailleurs si les modules y étaient les mêmes qu'à Rome, si l'on comptait d'après le système du quinaire, ou d'après tout autre système local. Aucune mention n'existe sur les tuyaux retrouvés, soit à Rome, soit ailleurs, qui permette de déterminer à quel ordre de mesures légales se rapporte leur capacité [2]. Il est bien intéressant toutefois de remarquer que, le plus petit module usuel à Rome étant le quinaire, le moindre concessionnaire recevait en moyenne ses

1. Frontin laisse bien entendre (*De Aquis*, 36) que suivant la position du calice, horizontale ou un peu inclinée dans un sens ou dans l'autre, on pouvait faire varier le débit, et que suivant la charge dont disposait le concessionnaire, on pouvait lui relever son débit, ou le diminuer (*Ibid.*, 35).

2. M. Lanciani (*ouvr. cité*, p. 357) s'est demandé si les chiffres imprimés sur certains tuyaux indiquaient le nombre de quinaires, ou une abréviation des dénominations numérales (sénaire, septénaire, etc.) que portaient les divers modules. Mais il a trouvé aussi que le diamètre, la section, le périmètre ne donnaient, d'après quelque unité usuelle qu'on prît la mesure, aucune coïncidence avec ces chiffres. On en est donc réduit sur ce point à la plus complète incertitude. Peut-être s'agissait-il d'un numérotage de quartiers, d'*insulae*, de maisons. La question, après tout, n'a pas une bien grande importance.

30 mètres cubes d'eau par jour, et au minimum 20 à 25[1]. Enfin, la faculté de puiser à toutes les fontaines publiques donnait au peuple l'eau à discrétion. La connaissance exacte du débit des aqueducs de Lyon nous permettrait de dire si l'on y distribuait l'eau avec autant de largesse.

Calcul du débit des aqueducs de Lyon. — Nous ne pouvons déterminer ce débit directement par la mesure du périmètre mouillé et de la pente, car le premier de ces éléments ne peut être précisé en aucun point des quatre aqueducs. Nulle part, même à l'aqueduc du Mont-d'Or, les dépôts ne se voient assez nettement le long des parois pour que l'on puisse estimer ainsi la hauteur moyenne de la tranche d'eau.

1° *Pour l'aqueduc du Gier.* — Mais il existe heureusement, au moins pour l'aqueduc du Gier, un autre procédé de calcul, que les aqueducs de Rome ne permettaient pas d'employer. C'est celui qui ressort de l'étude des conditions d'écoulement dans les siphons. Un de ces siphons, celui de Soucieu, est en effet suffisamment conservé dans ses éléments essentiels pour que l'on puisse établir la formule d'usage.

Cette formule est celle de Prony, concernant le mouvement permanent de l'eau dans un tuyau de conduite. Elle a été très heureusement appliquée ici par Gasparin[2], dont je me suis contenté de refaire le calcul.

V étant la vitesse inconnue, D le diamètre de la conduite, L sa longueur, J la perte de charge par unité de longueur, a et b des coefficients déterminés par l'expérience, on a :

$$a\,V + b\,V^2 = 1/4\,D\,J$$

Or, $a = 0{,}0000173.$

$b = 0{,}000348.$

1. Une ordonnance rendue en l'an 382 par les empereurs Gratien, Valentinien et Théodose, fixe à 2 ou 3 onces les concessions pour de grandes maisons, à 1 once 1/2 celles des maisons ordinaires, et à 1/2 once celles des petites. L'once étant égale à 1 quinaire 12 centièmes, les plus petites maisons recevaient donc encore aux derniers temps de l'empire au moins 12 à 15 mètres cubes par 24 heures.

2. *Ouvr. cité*, p. 31. J'ai rétabli ce calcul, que les innombrables fautes d'impression rendent inintelligible dans la brochure.

D, diamètre intérieur adopté par Gasparin, est de $0^m,196$, chiffre qui diffère assez peu de celui que nous avons trouvé[1] $0^m,198$, pour que ce très léger écart soit insignifiant dans le résultat.

J s'obtient en divisant par L la différence de niveau Z entre l'entrée et la sortie de l'eau, augmentée de la différence H — H′ des charges sur l'entrée et la sortie des orifices.

$$J = \frac{1}{4} D \frac{Z + H - H'}{L}$$

$$Z = 8^m,844 \quad L = 1204^m$$

et l'équation (1) devient

$$0,0000173\ V + 0,000348\ V^2 = \frac{1}{4} \times 0,196 \times \frac{8,844 + H - H'}{1204}$$

Les hauteurs H et H′ ne sont pas connues *a priori ;* mais on peut déterminer un minimum et un maximum de débit suivant la valeur minima ou maxima de H — H′.

On peut considérer que le minimum a lieu quand H = H′, la pente étant toujours disposée à la sortie de manière à ce que l'on n'ait pas H′ > H. En particulier au siphon de Soucieu, la pente à la sortie du réservoir de fuite est de 0,0015 par mètre, ce qui est très supérieur à la pente moyenne.

Or, en supposant H = H′, nous avons pour le second terme de l'équation la valeur 0,0003599; la valeur correspondante de V tirée des tables de Prony est de $0^m,998$. J'admets comme Gasparin la vitesse de 1 mètre pour simplifier les calculs, et le débit d'un tuyau par seconde sera :

$$\frac{\pi D^2}{4} V = 0^{m3},030184$$

ce qui donne finalement pour le débit des 9 tuyaux $0^{m3},271.056$ par seconde au minimum.

Le maximum de débit avait lieu quand l'eau s'élevait à la plus

1. V. ci-dessus, p. 206.

grande hauteur possible dans le réservoir de chasse, c'est-à-dire quand H — H′ était un maximum, H étant limité par la moindre hauteur de la couche de ciment dans le réservoir de chasse et dans l'aqueduc qui y aboutit. Cette moindre hauteur est de $1^{m},30$. H′ est déterminé par les conditions de l'écoulement dans le canal de fuite. Or, nous avons une première valeur approchée de la quantité d'eau qui passait dans ce canal par la détermination qui vient d'être faite du minimum de débit. Cette valeur est d'environ $0^{m3},271$; le canal a $0^{m},57$ de largeur, et sa pente à la sortie du réservoir de fuite est $0^{m},0015$.

Le débit est égal à la section multipliée par la vitesse ; la section est égale à la base multipliée par la hauteur H' ; on a donc :

$$0,57 \times H' \times V = 0,271$$

$$H' V = \frac{0,271}{0,57} = 0,4755$$

$$V = \frac{0,4755}{H'}$$

On peut se servir de plusieurs formules pour le mouvement uniforme de l'eau dans les canaux découverts ; la plus usitée est celle de Bazin. Gasparin emploie ici celle de Prony.

$$(2) \qquad a\,V + b\,V^2 = R\,I$$

où R est le rayon moyen $\frac{\omega}{\chi} = \frac{\text{section}}{\text{périmètre mouillé}}$, I, la pente.

En donnant à a et b les valeurs données par Eytelwein, il vient :

$$0,0000242651 \times \frac{0,4755}{H'} + 0,000565545\,\frac{0,4755^2}{H'^2} = \frac{0,57 \times H'}{0,57 + 2H'} \times 0,0015.$$

On en tire l'équation du 3e degré.

$$H'^3 - 0,027\,H'^2 - 0,201\,H' - 0,0551 = 0$$

dont la racine positive est $H' = 0,56$.

La valeur maxima de H — H′ est donc 1^{m},30 — 0,56, soit 0,74.

Remettant cette valeur dans la formule du mouvement permanent dans les tuyaux, on trouve au moyen des tables V′ = 1^{m},04, vitesse maxima.

Le débit maximum d'un tuyau est donc :

$$\frac{\pi D^2}{4} V' = 0^{m3},0314 ;$$ et pour les neuf tuyaux : 0^{m3},2826.

Le débit minimum d'un tuyau étant 0^{m},0302, la différence entre les deux n'est que d'un trentième et l'on peut, avec une grande approximation, adopter le chiffre voisin du maximum, soit 0^{m3},280, pour les neuf tuyaux.

Il résulte donc de ce calcul que le siphon de Soucieu, c'est-à-dire l'aqueduc du Gier, débitait par seconde 0^{m3},280, soit 24.192 mètres cubes ou en chiffre rond 24.000 mètres cubes par 24 heures[1], ce qui correspondrait à 800 quinaires, d'après la valeur moyenne de 30 mètres cubes par jour, attribuée ci-dessus à cette unité.

2° *Pour les trois autres aqueducs.* — L'eau s'élevait dans le canal à une hauteur plus ou moins grande suivant la pente plus ou moins faible. Gasparin calcule que pour une pente de 0^{m},0005 par mètre elle ne s'élevait pas au-dessus de 0^{m},96[2]. Comme à aucun endroit l'enduit de ciment ne descendait au-dessous de 1^{m},22, la portée de l'aqueduc était plus que suffisante pour des pentes çà et là encore plus faibles.

La détermination du débit pour les trois autres aqueducs est beaucoup plus difficile, car nous sommes privés du moyen qui nous était offert à l'aqueduc du Gier. Nous ne connaissons pour

1. Ce serait le débit en temps normal. Aux époques de diminution notable, on pouvait sans doute, pour assurer le bon fonctionnement des siphons, fermer un certain nombre d'orifices.

2. Il suffit de poser l'équation (2), en prenant H pour inconnue au lieu de H′.

$$a V + b V^2 = \frac{0,57 \times H}{0,57 + 2 H} = 0,0005 \qquad \text{Or, } V = \frac{0,28}{0,57 \times H} = \frac{Q}{\omega}$$

Substituant la valeur de V dans l'équation on a l'équation du 3^{e} degré

$$H^3 - 0,0836\ H^2 - 0,6427\ H - 0,1764 = 0$$

dont la racine positive est

$$H = 0,96.$$

aucun des siphons interposés sur le parcours de ces diverses conduites le diamètre et le nombre des tuyaux. Comme indices sommaires nous avons, à l'aqueduc de La Brévenne, la largeur du pont-siphon de Grange-Blanche, $8^{m},75$, et celle du rampant de son réservoir de fuite $6^{m},30$. Si nous comparons ces dimensions aux largeurs correspondantes du siphon de Beaunant, dont la longueur est à peu près la même, trouvant à ce dernier $7^{m},35$ et $5^{m},35$, nous pourrions en conclure pour La Brévenne à un ou deux tuyaux de plus; en supposant, comme il est vraisemblable, les diamètres sensiblement les mêmes, ce nombre maximum de douze tuyaux donnerait, comparé aux dix tuyaux de Beaunant, un surplus de débit d'un sixième, ce qui nous conduirait à 28.000 mètres cubes par 24 heures au lieu de 24.000.

Ce calcul serait confirmé par l'examen de la section et des pentes moyennes dans les fractions du parcours où ne se trouvent pas de chutes, par exemple dans la première, de l'origine à la Valsonnière, où la pente est de 0,0013 à 0,0015, c'est-à-dire un peu supérieure à la pente moyenne de l'aqueduc du Gier, mais avec une largeur sensiblement la même (Voir les profils en long, Pl. IV et V, à la fin du volume).

A l'aqueduc de Craponne, les données pour une évaluation du débit sont encore plus vagues, la pente moyenne ne pouvant être évaluée. C'est aussi d'après ce qui reste du siphon qu'on peut essayer de se guider. Le rampant du réservoir des tourillons devait avoir, suivant l'usage, sensiblement la largeur intérieure de ce réservoir lui-même. Celle-ci était égale à la largeur extérieure $4^{m},25$, diminuée de la double épaisseur des parois. En supposant que cette double épaisseur fût de 1 mètre, nous aurions $3^{m},25$ pour la largeur du rampant, ce qui équivaut aux 3/5 environ de celle du rampant de Beaunant. Si nous admettons une proportionnalité approximative entre le débit, le nombre des tuyaux et ces largeurs, l'aqueduc de Craponne aurait fourni de 13 à 15.000 mètres cubes par 24 heures.

L'aqueduc du Mont-d'Or n'ayant plus aucun vestige de siphon, c'est sur sa pente et sa section qu'il faut essayer de se fonder. Partant de la cote 350, à la fontaine de Toux, pour arriver à Ecully à la cote 270, il s'abaisse donc de 80 mètres pour un parcours de 22 kilomètres, ce qui fait une moyenne de 4 mètres

environ par kilomètre ou 0,004 par mètre[1]. Le maximum est 0,007. Peut-être y avait-il quelques chutes pour remplacer cette forte pente par une inclinaison plus modérée. Il faut remarquer aussi que la section étant réduite, le rayon moyen est faible, ce qui rachète dans une certaine mesure l'influence de la pente. On a vu que la largeur de cette section était de 49 ou 50 centimètres pour une hauteur pareille sous les dalles de recouvrement. Si l'on admet qu'en temps ordinaire l'eau ne montait nulle part au-dessus de la moitié de la hauteur, le calcul nous donnera, en adoptant la pente moyenne, 14.000 mètres cubes par 24 heures[2], et si on la suppose partout égale au minimum (0^m,001 à 0,002), 8 à 10.000 mètres cubes. Il faudrait pouvoir s'assurer, par un nivellement opéré sur plusieurs fractions de parcours ininterrompues, si la pente en effet n'est pas partout voisine de ce minimum, la dénivellation étant obtenue par des chutes : car le chiffre de 14.000 est, *a priori*, bien fort. Mais il n'y a guère moyen de faire cette vérification. La question reste donc incertaine et je doute qu'on puisse jamais la trancher.

En résumé, voici quels seraient les volumes d'eau amenés à Lyon par les quatre aqueducs, en 24 heures. Sauf pour l'aqueduc du Gier, ce ne sont que des valeurs approchées :

Aqueduc du Mont-d'Or.....	8 à 15.000	mètres cubes.
— de Craponne.....	12 à 15.000	—
— de La Brévenne....	28.000	—
— du Gier.....	24.000	—

1. Je rappelle que la pente est plus forte dans la première section du parcours jusqu'à Collonges (v. Pl. III).

2. Dans la formule $U = C\sqrt{RI}$

R, rayon moyen, est égal à $\frac{0,50 \times 0,25}{0,50 + 0,50} = 0,125$

$I = 0,004$

$C = 60$

$U = 60 \times \sqrt{0,125 \times 0,004}$

$= 60 \times \sqrt{0,0005}$

$= 60 \times 0,0223$

$= 1,32$

ω $U = 0,125 \times 1,32 = 0^{m3},165$ par seconde, et 14.000^{m3} par 24 heures.

L'ensemble fait une somme de 72 à 82.000 mètres cubes. En fixant la moyenne à 75.000, nous avons de grandes chances d'être dans le vrai. C'est d'ailleurs à cette conclusion que nous étions parvenu déjà par l'étude des conditions hydrologiques de la région lyonnaise [1].

§ III. — Dérivations avant la ville.

Le volume d'eau recueilli dans les aqueducs arrivait-il en totalité jusqu'à Lyon, ou une part en était-elle distribuée en route ? Si l'on voulait se guider toujours sur ce qui se pratiquait aux aqueducs de Rome, il faudrait admettre que près du tiers [2] se répandait dans les bourgs et villas situés sur le parcours. Pour les environs de Rome, où les grands et riches domaines, les villas somptueuses, prolongeaient la capitale jusqu'à Tusculum, Tibur, et au delà, cette proportion est toute naturelle : elle ne saurait être admise pour les alentours de Lyon. Sans doute, il y devait y avoir aux portes de la ville et plus loin dans la campagne des demeures princières, aussi luxueuses que la plupart de celles qu'on admirait sous les murs de Rome ; mais ce n'était évidemment pas la même continuité. Non seulement les aqueducs ne traversaient ni un Tibur ni un Tusculum, mais il n'y a pas trace dans l'histoire d'une bourgade quelque peu importante où ils aient passé. Nul texte, nulle inscription, nulle tradition qui signale quoi que ce soit. Je ne voudrais pas revenir sur une opinion déjà suffisamment réfutée [3], au sujet de ce prétendu grand faubourg entre Ecully et Lyon, qui aurait retenu pour lui toute l'eau du Mont-d'Or. Mais je ne puis moins faire que de rappeler, à l'occasion des distributions suburbaines, les deux seuls exemples d'aqueducs de la région romaine ne conduisant pas à la métropole. C'étaient : 1° l'eau *Crabra*, qui alimentait Tusculum.

1. V. ci-dessus, p. 79. — La quantité d'eau disponible était ainsi dix fois moindre qu'à Rome, pour une population qui n'était sans doute pas dix fois plus petite. (V. ci-dessus, p. 32-33.) Rome était donc encore mieux approvisionnée.

2. Frontin dit que 14.018 quinaires seulement étaient distribués sur les 24.522 qu'il savait être fournis par l'ensemble des sources. Sur ces 14 018, 4.063 étaient distribués hors de la ville, ce qui fait effectivement près du tiers. (*De Aquis*, 78.)

3. V. ci-dessus, p. 58.

Les habitants de cette ville l'avaient canalisée depuis longtemps quand fut construit l'aqueduc Julia, dont les sources étaient voisines ; encore fallut-il l'esprit de modération d'Agrippa[1] pour ne pas réunir les deux eaux au bénéfice de Rome ; 2° l'*Augusta Albana*[2], qui portait à la villa de Domitien, près d'Albano, le produit des sources que l'on retrouve encore au voisinage de Rocca di Papa. Sauf cet exemple impérial, on ne voit jamais un grand personnage ou un groupe de grands propriétaires, ayant pour son usage un aqueduc qui ne desservît pas une ville en même temps. On n'a

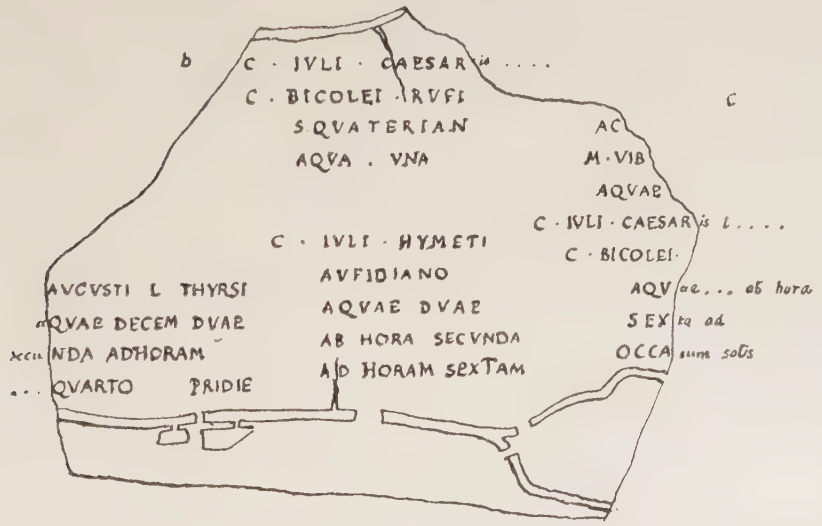


Fig. 128. — Fragment de plan indiquant la distribution de l'eau Crabra, à Tusculum.

pas compté moins de dix-huit villas, appartenant à des noms très connus, et alimentées par l'eau *Crabra :* leurs opulents propriétaires admettaient fort bien qu'il fût pourvu d'abord aux besoins de la ville de Tusculum, et se soumettaient au règlement en vertu duquel aucun d'eux n'avait droit à l'eau qu'à des jours fixes et pour certaines heures de la journée, quitte à emmagasiner cette eau dans de vastes réservoirs[3]. Qu'il soit donc bien considéré

1. Frontin, *de Aquis*, 9.

2. Cf. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 115 et suiv.

3. Frontin, 9. — Un fragment de plan (fig. 128), représentant le parcours d'un aqueduc ramifié, a été retrouvé sur l'Aventin au XVII[e] siècle. (Fabretti, *de Aquis*, diss. III, tab. 3. — *Corpus inscr. lat.*, 1261, VI.) — Mommsen (*Zeitschrift*, 15, p. 307) y reconnaît avec certitude la distribution de l'eau Crabra. On y lit les noms de divers propriétaires, et en regard du nom de chacun d'eux, le temps de la journée pendant lequel l'eau lui était fournie.

définitivement comme invraisemblable que les habitants de la banlieue de Lyon, grands seigneurs ou autres, aient arrêté au passage une eau qui se dirigeait vers la ville, pour l'approprier à leur seul usage.

Quant aux simples dérivations, comme celles qui viennent d'être mentionnées, les environs de Lyon n'en ont pas jusqu'ici montré de traces certaines. Les seules canalisations qui paraissent s'écarter de la direction d'un aqueduc sont celles du plateau de Craponne, et je rappelle ici la découverte que j'ai faite de ces étranges amas de pierres recouverts d'une épaisse couche de béton au voisinage des tourillons ; sortes de drains dont j'ai expliqué le fonctionnement possible [1]. Cette région demande à être explorée davantage et il se peut bien que l'on retrouve non loin de là des canaux véritables : ce seraient des dérivations au profit de villas ou groupements suburbains. Mais il est certain qu'on ne retrouvera jamais rien qui ressemble aux dérivations de l'*Anio novus*, de la *Claudia* et de la *Julia*. Les conduites secondaires étaient, bien entendu, de plus petite section que les canaux qui leur donnaient naissance, mais elles comportaient, tout comme les conduites principales, des arcades, des châteaux d'eau, des piscines. Pour la villa de *Septimius Bassus*, sur la voie latine, une ligne d'arcades partait de l'*Anio novus*, et se prolongeait sur une longueur de 600 pas [2]. De même pour villa des *Quintilii*, près de la voie Appienne, une dérivation de la *Julia* passait sur des arcades qui se voient encore sur une longueur de 720 mètres, mais qui devaient autrefois aller, dit-on, jusqu'à 1.500 mètres [3].

Quand la dérivation était faite au profit d'un groupe de concessionnaires, la répartition se faisait entre eux, selon les conventions, soit par des branchements secondaires, soit par un château d'eau pareil aux châteaux d'eau privés de l'intérieur de la ville. De toutes façons, l'eau était mesurée, tant pour la branche commune, que pour les diverses ramifications. Rien de plus simple que d'imaginer des systèmes de vannes-déversoirs donnant le débit voulu. Enfin, l'eau était souvent prise directement au canal

1. V. ci-dessus, p. 77-78.

2. « Ductus peculiaris opere arcuato passibus DC constans ab Anionis Novae arcubus derivatus fuit. » (Fabretti, III, 18.)

3. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 182.

par des calices de modules définis, exactement comme aux châteaux d'eau[1].

Nous pouvons croire à l'emploi de tous ces systèmes de dérivation pour la population suburbaine de Lyon, ou pour des domaines plus reculés. Mais, somme toute, il ne devait pas y avoir beaucoup d'eau détournée ainsi au détriment des citadins.

§ IV. — Tuyaux de distribution.

Tuyaux de terre cuite. — Quoique les distributions romaines fussent partout constituées par un réseau de tuyaux de plomb, il est bon de dire quelques mots des conduites en poterie. A lire Pline et Vitruve, on en croirait l'emploi beaucoup plus répandu qu'il ne le fut en réalité. Vitruve les recommande comme moins chères[2] que les tubes de plomb, comme plus commodes pour les réparations, que tout le monde peut exécuter[3], et enfin comme plus sûres, le plomb étant dangereux parce qu'il peut donner naissance à la céruse. Les deux premières raisons sont bonnes; la troisième témoigne d'un excès de prudence : en tous cas il ne paraît pas que ce danger ait été bien redouté.

On a retrouvé à Rome un assez grand nombre de tuyaux de terre cuite : mais ils ne figuraient pas dans la distribution urbaine sous pression. Ils ont été remarqués surtout dans des parois de citernes recueillant les eaux pluviales, à quelques fontaines de jardins, dans le sol, où ils avaient servi aux irrigations et à l'abduction des eaux ménagères. Ce sont là, en somme, leurs emplois modernes. On a aussi parlé d'un usage devenu à présent très fréquent : certains tuyaux de poterie antiques auraient été de véritables drains[4]; mais la chose n'est pas absolument certaine.

1. Frontin, *De Aquis*, 36 : « Est autem calix modulus aeneus qui *rivo* vel castello inuitur. » Il est vrai que le sénatus-consulte rendu sur la motion des consuls Tuhéron et Fabius Maximus (*De Aquis*, 106), interdisait de prendre l'eau ailleurs qu'aux châteaux d'eau. Mais il ne s'agit là sans doute que des particuliers qui avaient à s'unir pour créer un château privé subordonné au château public, non des grands propriétaires dont les domaines, hors de Rome, se trouvaient éloignés de tout château d'eau.

2. VIII, 6, 209. « Sin autem minore sumptu voluerimus .. »

3. *Ibid.* « Si quod vitium factum fuerit, quilibet id potest reficere. »

4. P. Secchi : *Atti Accad. pont. Lincei*, 23 avril 1876.

Rien ne distinguerait tous ces tubes d'origine romaine de ceux qu'on fabrique encore journellement, si on ne les avait trouvés dans des ruines authentiques[1]; car à part une ou deux exceptions peut-être, on n'a jamais vu de marque de fabrique imprimée à la surface.

Rien à dire des tuyaux de bronze, en dehors de leur emploi pour les calices de jauge. Je ne sache pas qu'on ait jamais retrouvé aucun de ces calices[2], ce qui est regrettable; leur emplacement, leur disposition, auraient pu faire reconnaître des châteaux d'eau, dont on eût ainsi mieux compris le mode de construction.

Tuyaux de plomb pour la distribution. Leur épigraphie. Mode d'impression des caractères. Catégories de personnages désignés. — L'étude des siphons nous a fournit l'occasion de nous occuper déjà longuement des tuyaux de plomb[3]. Quelques mots seulement restent donc à dire sur les tuyaux affectés à la distribution, et en particulier sur ceux qui ont été découverts, soit à Rome, soit à Lyon.

A Rome, leur recherche et leur classement sont, depuis des années, poursuivis avec beaucoup de zèle et de méthode par les archéologues et les épigraphistes. On en a tiré de précieux renseignements sur la topographie de la ville, sur la demeure des citoyens célèbres, des familles connues, sur la désignation des fonctionnaires et, d'une façon générale, sur l'onomastique romaine. Mais il faut regretter que cette recherche ait été si négligée autrefois. Les tubes de plomb que l'on recueillait étaient, il n'y a pas plus d'un siècle, presque toujours vendus, envoyés à la fusion sans qu'on prît la peine de regarder les lettres qui y étaient gravées : c'est une mine de documents qui fut ainsi gaspillée par inadvertance. Et s'il faut le déplorer pour Rome, que dirons-nous de Lyon où il en a été conservé si peu ?

1 Si quelque chose pouvait les caractériser, ce serait le joint, qui était très soigné, étant à emboîtement garni de chaux qu'on imbibait d'huile Mais il faut regarder comme caractéristiques les tuyaux de vapeur des thermes romains; ils servent d'indices certains pour reconnaître les ruines de ces établissements.

2. M. Lanciani (*ouvr. cité*, p. 362), démontre clairement que ceux que Marini et Piranesi ont indiqués comme étant des calices de jauge n'en sont nullement. Lui-même en a reconnu deux comme authentiques, mais d'une très basse époque et ne correspondant pas aux préceptes de Frontin.

3. V. ci-dessus, p. 200 et suiv.

Les tuyaux portaient à peu près tous une inscription en relief, venue de fusion, ou obtenue par une empreinte frappée ; mais ce dernier procédé est plus rare. Le très petit nombre des tubes découverts avec ciselure en creux portaient en relief une petite tablette obtenue par le moulage, et destinée à empêcher que l'épaisseur du tube fût le moins du monde entamée par les creux tracés. Dans le cas d'inscription moulée, la plaque de marbre sur laquelle on coulait le plomb en lame devait porter en son milieu un petit canal où se logeaient, soit une plaquette d'argile où étaient empreints les caractères voulus, soit de petits dés mobiles portant chacun une lettre[1]. Il n'y a donc pas besoin de supposer le procédé de la frappe et l'emploi du sceau pour expliquer l'inscription empreinte à rebours sur un tube découvert à Lyon, rue Auguste-Comte[2] ; par inadvertance, le fondeur a disposé dans le petit canal les caractères mobiles suivant leur ordre naturel de gauche à droite, et il en est résulté la marque suivante :

CHARIS · DE · M · FAC

(Charis de manu faciebat)

Cette mention du plombier ne fait presque jamais défaut sur les tuyaux gravés. Parfois elle n'est accompagnée d'aucune autre indication (fig. 129) : c'est le cas de presque tous les tuyaux

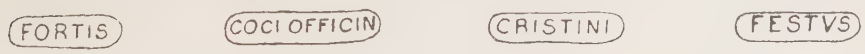


Fig. 129. — Marques de plombiers sur les tuyaux.

recueillis au musée de Lyon, et qui proviennent, soit de cette ville, soit de Vienne. Une chose assez frappante, c'est la multiplicité de ces marques de fabriques, et par suite la quantité de gens qui

1. M. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 204, a remarqué que lorsqu'une lettre était surmontée d'un trait, la lettre était plus petite. La raison de ce fait est évidemment que la hauteur de l'inscription ne pouvait dépasser celle de la plaquette ou des dés, et que les caractères en atteignaient le bord supérieur. C'est ainsi qu'on lit sur un tube :

CaESN̄SER — et sur un autre : AVREL · CAES $\overline{\text{III}}$.....

2. Anciennement rue Saint-Joseph. De Boissieu, *ouvr. cité*, p. 449.

exerçaient le métier de plombiers : d'où une nouvelle preuve de la profusion de ce métal et des nombreux usages auxquels on devait l'employer. On compte parmi ces plombiers beaucoup d'affranchis, désignés par le mot abrégé LIB., *libertus*. On a fait remarquer aussi, non sans quelque triste ironie, que ces pauvres ouvriers en plomb qui, selon Vitruve[1] *palloribus occupatos habent corporis colores*, ont le teint décoloré par un travail malsain, portent presque tous des noms qui respirent la joie, tels que *Felicissimus*, *Fortunatus*, *Eutychus*, *Felicianus*, *etc.* ; il y a même un *Callimorfus*[2].

Avant le nom du fournisseur du tuyau s'inscrivait en général, du moins à Rome, celui du concessionnaire, mis de préférence au génitif[3]. La raison d'être de cet usage était que la pose et l'entretien des tuyaux étaient à la charge de l'usager lui-même. Il fallait donc, en cas de réparation, que le plombier pût s'y reconnaître, car les réseaux de conduites étaient fort enchevêtrés. Cependant on croit que cet usage n'a pas existé de tout temps, et qu'il aurait commencé au temps de Tibère, pour se terminer peu après le règne de Sévère Alexandre[4].

Tuyaux du musée de Lyon. — Les tubes trouvés à Lyon et à Vienne, et qu'on voit au musée de Lyon, sont au nombre de dix : aucun ne porte ce genre d'indication[5]. Leurs légendes sont les suivantes[6] :

1. S(*extus*) ATT(*ius*) APOLLINARIS L. F. (Lugduni faciebat).

Trouvé en 1820 dans l'ancien clos des Lazaristes, au-dessous de Fourvière.

2. L(*ucius*) V(*ibius*) BELLICVS V.

V est probablement l'abréviation de *Viennensis*. Trouvé à Sainte-Colombe, près Vienne.

1. VIII, 6, 210.

2. Est-ce pur hasard, un homme ayant un nom avant d'avoir un métier, ou ne s'inquiétaient-ils guère de leur pâleur, ou voulaient-ils faire, comme dit M. Lanciani, *bonne mine à mauvais jeu* ? Je croirais plutôt au hasard.

3. Ex : Q·MVNATI·CELSI / FORMIANVS·FEC — Lanciani, ouvr. cité, *Silloge epigrafica*, n° 135.

4. Lanciani, p. 199.

5. Cf. *Ibid.*, p. 208 : « L'uso di segnare il nome sul proprio condotto così commune in Roma e nel suburbano, fu seguito rarissimamente nelle provincie. »

6. Elles sont reproduites en fac.-similé par De Boissieu, *ouvr. cité*, p. 448.

3. *Charis de manu faciebat.* Signalé plus haut. La même marque se retrouve à Nîmes, sur un conduit qu'Artaud a observé à la bibliothèque de cette ville.

4. I(*ul*)IVS PAVL(*us*) LVG(*duni*) FAC(*iebat*).

Le même tuyau porte sur l'autre face :

L(*ucius*) TERTINIVS F(*aciebat*).

Trouvé à Lyon.

5. C(*aius*) SEC(*undus*) MARN(*us*) V(*iennensis*).

Trouvé à Vienne.

6. SENECIO ĒMATVS.

Le second mot peut signifier *Tematus* ou *Et Matuso.*

7. ET SENTER · V · F ·

La fin seule peut s'expliquer clairement : *Viennae faciebat.*

8. TAT(*ius*) POP(*ilius*) V(*iennae*) F(*aciebat*).

9. TVIR · FORTVNATVS.

L'autre face porte FORTVNAT(*us*) V· F· (*Viennae Faciebat*).

10. (*Vale*) RIANVS SEVERIN(*us*) F F (*faber faciebat*).

On voit que les tubes trouvés à Lyon sont, sur ce petit nombre, en minorité ; d'autre part, que tous les noms inscrits, apparemment, sont des noms de plombiers. On ne peut en inférer pourtant avec certitude que l'usage de mettre le nom du concessionnaire ne fût jamais pratiqué à Lyon et à Vienne. Ces tuyaux pourraient ne pas appartenir, en effet, à des conduites particulières, mais au réseau public, en relation avec les fontaines, bains, ou autres *opera publica*, selon le terme de Frontin. Il faut donc attendre, pour se prononcer, que les fouilles futures aient donné une nouvelle récolte.

Il en est de même pour l'usage, fréquent à Rome, d'inscrire aussi le nom du fonctionnaire chargé de la canalisation, qui dans la capitale était le *procurator aquarum*, sous les ordres du *curator*. Ce nom était précédé de la formule abrégée SVBCVRA, SVCCVRA, CVRAGEN (*curam agente*). De même aussi pour la légende qui indiquait que la concession venait d'un don gratuit de l'empereur : *ex liberalitate, ex indulgentia*[1].

1. En fait, toutes les concessions étaient regardées comme octroyées par l'empereur (Cf. Frontin, 103, 105, 110 et suiv.) et *Digeste* (XLIII, 20, 1, 42, L, 5, 1). Mais, dans certains cas, il en accordait gratuitement

EX · LIBERAL · IMP · ANTONINI · [1]

EX · INDVLG · D · HADRIANI. AVG · [2]

Quand la conduite était *nomine Caesaris*, c'est-à-dire quand elle amenait l'eau au domaine de l'empereur [3], le tuyau portait le nom du prince avec les titres habituels qui figurent dans les autres inscriptions, par exemple :

IMP · CAES · L · SEPTIMI · SEVERI · PERT · AVG ·

Voici un exemple d'inscription complète, gravée sur un tuyau de conduite *nomine Caesaris*, dont le diamètre est de 0m,40 [4]. Il a été trouvé à Rome, à droite en sortant de la porte Viminale, au mois d'avril 1878. Obstrué par des concrétions calcaires, il devait provenir d'un château d'eau de l'Anio novus, ou directement du canal.

XXC IMP · DOMITIANI CAESARIS Aquilio AVG GER.....
SVB · CVRA BVCOLAE PROC FORTVNATVS LIB · FECIT

On n'a pas encore pu préciser la signification des chiffres qui figurent à gauche, et l'on peut faire sur eux diverses hypothèses : numéro d'ordre de la rue, de la conduite, ou chiffre marquant la longueur de celle-ci, la distance du point marqué au château d'eau, etc. Seule la découverte de plusieurs tubes consécutifs pourrait donner la clef du système.

Ces canalisations présentaient certains accidents assez curieux,

1. Lanciani, *ouvr. cité*, Silloge epigrafica, n° 421.

2. *Ibid.* M. Lanciani, qui cite cette inscription d'après Marini, la croit apocryphe, à cause de la réunion des deux termes Divi et Augusti, p. 205.

3. C'était donc le cas des tuyaux trouvés par le P. de Colonia à Lyon, et dont il a été déjà question plusieurs fois : ils portaient l'inscription TIB.CL.CAES. C'est dire qu'il y avait à Lyon, comme à Rome, une canalisation spéciale *nomine Caesaris*.

4. Lanciani, *ouvr. cité*, Silloge epigrafica, n° 105.

On en a trouvé de bien plus énormes encore, excédant de beaucoup les dimensions modulaires indiquées par Frontin. C'étaient sans doute les tuyaux qui portaient d'un château public à un autre le contingent qui n'avait pas été distribué dans le premier. (V. ci-dessus, p. 317). On peut citer l'un d'entre eux, trouvé en 1650, via Cassia, dont le diamètre était de 3 palmes (0m,669), l'épaisseur n'étant que d'une once (0m,018), ce qui ne prouve qu'une chose, c'est qu'il n'avait à supporter qu'une faible pression.

particulièrement aux brusques changements de direction : on y ajustait certains récipients de forme tronconique, qui jouaient très probablement le rôle de poches d'air élastiques, et fournissaient ainsi le moyen d'éviter les coups de bélier et l'influence de la poussée au vide. Impraticable pour les gros tuyaux des siphons, ce système pouvait donner de bons résultats pour les petites conduites. Etait-il usité partout? C'est à Pompéi seulement qu'on l'a constaté.

Réseau de la canalisation. Pose et renouvellement des calices aux châteaux d'eau. — Comment cet immense réseau de canalisation était-il disposé sous le sol? Il est certain qu'on avait très souvent à remplacer les conduites privées, puisque les concessions étaient nominales, et qu'à chaque changement de propriétaire, il fallait une concession nouvelle, par suite un changement de nom sur les tuyaux[1]. M. Lanciani croit à l'existence, au moins sous les rues principales, de galeries souterraines spécialement affectées au parcours des tuyaux. C'est peut-être avec cette signification qu'il faut entendre le mot *spatia* de Frontin : « *Longa ac diversa sunt spatia, per quae fistulae tota meant Urbe, latentes sub silice*[2]. » Frontin ne semble nullement confondre ces *spatia* avec les égouts qui circulaient sous la chaussée. Je croirais plus volontiers à de très petites rigoles recouvertes et protégées par le pavé. Il est, de toute façon, difficile de comprendre comment on conciliait les nécessités du service des eaux avec les exigences de la circulation du public dans les rues[3].

Tous les tuyaux qui aboutissaient dans Rome aux domiciles privés partaient, comme il a été dit plus haut, des châteaux d'eau secondaires, dont la paroi était traversée par les calices; ces calices, d'après le règlement, devaient être rigoureusement étalonnés[4], et c'était là, paraît-il, un règlement souvent violé. Chaque concession nouvelle exigeait la pose d'un calice, à moins

1. « Jus impetratae aquae neque heredem, neque emptorem, neque ullum novum dominum sequitur. » *De Aquis*, 107.

2. *Ibid.*, 115.

3. Il ne faut pas non plus exagérer les inconvénients. S'il ne s'agissait que de déplacer une ligne de pavés, on imagine très bien ce travail fait de nuit, et le pavé replacé au fur et à mesure du remplacement de chaque tuyau, sans qu'aucun encombrement se produisît de ce fait dans la journée.

4. *De Aquis*, 112.

qu'il n'y eût coïncidence entre le retrait de l'une et le don d'une autre de la même valeur. Quant à la façon dont ces calices s'ajustaient dans la paroi, il est facile de se représenter un grand nombre de trous ménagés au niveau voulu lors de la construction du château d'eau, puis l'obturation provisoire de ceux qui étaient encore inutilisés, jusqu'à ce qu'on eût à les déboucher pour y sceller les calices nouveaux. Il est possible que quelques châteaux aient été de simples bâches en plomb, où l'on imagine bien cette succession de percées et de soudures ; en tous cas, les maisons importantes avaient des boîtes de distribution de ce genre. On trouve dans le Digeste, à propos des contrats de vente de maisons et de villas, les expressions « *castella plumbea* [1] » et « *de castello plumbeo fistulas sub terram missas aquam ducentes* [2]. » C'est à une de ces caisses qu'appartenait une plaque de plomb trouvée dans les jardins Farnèse, du côté du *Circus Maximus;* elle fut découverte dans des thermes, au-dessus des débris d'une fournaise, et porte l'inscription suivante [3] :

LER VALERIVS COLONICVS FEC VALERIV

Outre les concessions régulières, l'empereur accordait aussi des concessions pour les eaux dites *tombantes* (*caducae*), c'est-à-dire qui provenaient du superflu des châteaux d'eau, ou des fuites de certains tuyaux : car il était interdit sans cela de les prendre, le prince estimant qu'une partie de cette eau devait être destinée à entretenir la salubrité de la ville et à nettoyer les égouts. Nous aurons à revenir sur les lois et règlements divers, au chapitre suivant. Mais c'est là un exemple des précautions multiples prises pour assurer une distribution méthodique et régulière. Cette manière de faire n'était sans doute pas réservée à Rome, et il faut se représenter à Lyon une circulation d'eau et une économie générale analogues.

1. Ulpien, *Digeste*, XLIII.
2. Celse, *Digeste*, 19.1 ; — 39.2.
3. Lanciani, *ouvr. cité*, Silloge epigrafica, n° 158.

CHAPITRE VI

MAIN-D'ŒUVRE, DIRECTION ET ADMINISTRATION

§ I. — Personnel de la construction.

Les collèges ou corporations d'artisans. — La question du travail manuel dans l'antiquité, la question *ouvrière*, comme nous disons aujourd'hui, est une des plus intéressantes que l'historien et l'archéologue puissent se proposer d'étudier, mais elle est aussi une des plus complexes. Je ne veux donc ici que l'effleurer, n'ayant pour but que de donner une idée de ce qu'a pu être, dans les travaux publics des premiers siècles de l'empire, et par suite dans la construction des aqueducs de Lyon, la répartition entre le travail libre, le travail des esclaves, le travail de l'armée, et enfin celui des indigènes obtenu par réquisition.

Aux beaux temps des républiques anciennes, à Rome aussi bien qu'à Athènes et dans les diverses cités de la Grèce, à l'exception pourtant de Sparte, le travail libre fut respecté et même en honneur. Les premiers législateurs d'Athènes l'avaient encouragé, en le faisant valoir comme un moyen légitime d'arriver au pouvoir dans la cité. Thémistocle le considérait comme le premier principe de la puissance extérieure de sa patrie [1]. A Rome, la création de collèges d'artisans, au temps de Numa, était apparue comme le

1. « En même temps qu'il augmentait le nombre de ses vaisseaux, il persuada au peuple d'affranchir de tout impôt les locataires des maisons et les artisans, pour attirer de tous côtés des habitants dans Athènes, et y réunir le plus grand nombre possible de professions et de métiers, deux moyens qu'il jugeait avec raison les plus propres à favoriser l'accroissement des forces motrices de l'Etat. » Diodore de Sicile, XI. 43

plus solide fondement d'une organisation pacifique, et ces colleges devinrent très vite nombreux et florissants. Un moment troublée par la réaction guerrière qui suivit cette période, l'institution fut remise en vigueur par la nécessité où se trouvèrent les citoyens romains, environnés d'ennemis, de s'adonner de concert au perfectionnement de leurs armes et de leur équipement militaire, et aussi de se suffire à eux-mêmes pour tous les besoins de la vie. Cependant, une fois victorieux et maîtres de l'Italie, enrichis, pourvus d'esclaves, les Romains, tout comme les Athéniens après la grande époque d'activité patriotique, abandonnèrent autant que possible aux esclaves la peine du travail manuel. Mais tous n'étant pas assez riches pour en avoir, le fossé fut de ce fait creusé plus profond entre les classes sociales. Tandis que, placés entre les patriciens et la plèbe, les chevaliers s'enrichissaient par le trafic, le menu peuple, en face de la concurrence du travail servile, dut lutter âprement pour vivre, suscitant par son existence besogneuse, quelquefois sordide, l'orgueilleux dédain, non seulement des riches oisifs, mais des meilleurs hommes d'Etat. C'est Cicéron lui-même qui dans le *De Officiis*, assimile à un vil esclave le simple artisan : « *Opifices omnes sordida arte versantur : nec enim quidquam ingenuum habere potest officina*[1]. »

Cependant, faibles et misérables isolément, ces artisans, groupés en collèges, devenaient une force vivace, avec laquelle l'Etat devait compter. Entre les membres de chaque collège régnait une union étroite, fondée sur la communauté des occupations, des habitudes et surtout du culte et des habitudes religieuses. Solidaires aussi entre elles par la similitude des intérêts, ces corporations exerçaient dans les comices une vigoureuse influence, adroitement entretenue ou prudemment ménagée par les tribuns, souvent redoutable aux patriciens. Leur importance politique avait été consacrée, vers le milieu du IIIe siècle avant Jésus-Christ, par leur répartition en deux centuries, qui, selon Tite-Live, votaient dans les comices avec la première classe des citoyens romains : privilège évident, puisque les centuries de la première classe votaient les premières. Malgré les prohibitions dont elles furent souvent l'objet de la part des grands, les corporations se maintinrent ;

1. *De Officiis*, I, 42.

d'abord parce qu'elles étaient indispensables au recrutement de l'armée, d'une armée industrieuse comme le voulait l'admirable génie romain. C'est dans leurs rangs que se recrutaient les ouvriers des légions (*fabri aerarii, fabri tignarii*), c'est-à-dire charpentiers, forgerons, armuriers, qui entretenaient le matériel de guerre, construisaient les machines ; maçons et terrassiers, qui bâtissaient les ponts, creusaient les tranchées et les mines de sièges ; formant un corps à part, analogue au *génie* de nos armées modernes et sous les ordres comme sous la juridiction du *praefectus fabrum*[1]. Incorporés dans les manipules de la légion, ils constituaient par l'encadrement cette force particulière des troupes romaines, qui, ayant toujours le moyen d'atténuer par une industrie rapide et habile leurs avaries matérielles, n'étaient jamais entièrement désemparées[2].

On conçoit que l'organisation hiérarchisée et disciplinée de ces corporations[3] formât des cadres tout prêts pour tous les travaux publics. De plus, les partis politiques, les factions diverses trouvaient dans leur appui une grande force, et cherchaient à les attirer de leur côté plutôt qu'à les combattre. Elles abusèrent d'ailleurs de cette puissance et furent souvent des foyers de

1. Cet officier, en principe, était une sorte d'ingénieur en chef, directeur des ateliers, arsenaux et chantiers. Sous l'empire, le titre demeura sans les attributions ; ce fut un officier hors cadres, le plus souvent officier d'ordonnance d'un gouverneur de province. On croit même qu'il n'eut plus de fonctions proprement militaires, et qu'il aurait été comme une sorte d'intendant général des travaux publics, son autorité s'exerçant ainsi aussi bien sur les ouvriers civils que sur les ouvriers d'armée occupés aux ouvrages de la province. (Cf. Borghesi, *Œuvr.* ; Mommsen, *Hermès*, I ; Maué, *der Praefectus fabrum ;* Cagnat, *L'armée romaine d'Afrique*, p. 187).

2. « Habet praeterea legio fabros tignarios, structores, carpentarios, ferrarios, pictores, reliquosque artifices ad hibernorum aedificia fabricanda, ad machinas, turres ligneas ceteraque, quibus vel expugnantur adversariorum civitates, vel defenduntur propriae, praeparatos, qui arma, vehicula ceteraque genera tormentorum vel nova facerent, vel quassata repararent. Habebant etiam fabricas scutarias loricariasque arcuarias, in quibus sagittae, missibilia, cassides, omniaque armorum genera formabantur. Haec enim erat cura praecipua, ut quidquid exercitiis necessarium videbatur nunquam deesset in castris, usque eo, ut etiam cunicularios haberent, qui ad morem Bessorum, ducto sub terris cuniculo murisque intra fundamento perfossis improvisi emergerent ad urbes hostium capiendas. Horum judex proprius erat praefectus fabrum. » (Végèce, II, 11).

3. « De même que le municipe, la corporation se divisait en centuries et décuries, à la tête desquelles étaient des chefs ordinairement électifs, désignés sous les noms de maîtres, de quinquennaux, etc. ; leurs membres se plaçaient alternativement sous la protection de patrons, s'adjoignaient des associés honoraires ; enfin ils se réunissaient à jour fixe, dans des lieux d'assemblée que les inscriptions désignent sous le nom de *scholae ;* et là, ils célébraient des fêtes auxquelles la religion demeurait rarement étrangère. Ils avaient leurs prêtres, leurs temples, toute une série d'institutions religieuses qui se perpétuèrent même après le triomphe du culte chrétien. » A. Choisy, *L'art de bâtir chez les Romains*, p. 198.

sédition. Cicéron[1] osa prononcer leur suppression, Clodius les fit rétablir[2]. Dissoutes une seconde fois par Jules César, elles surent, au moyen d'exceptions habilement obtenues, se maintenir en partie[3], puis se reformer peu à peu comme auparavant ; si bien qu'Auguste dut rééditer la même mesure, se bornant à conserver celles dont l'établissement était reconnu de longue date comme légitime[4]. Claude dut encore revenir à la charge. Au fond, le pouvoir n'était hostile qu'à celles qui, sous couleur d'associations professionnelles, n'étaient que des sociétés secrètes et des foyers d'opposition. Les collèges sérieux, sincèrement appliqués à conserver et à perfectionner leur industrie, durent toujours subsister par tolérance, malgré les mesures décrétées. Finalement, les empereurs, pour pouvoir en même temps profiter de leurs services et enrayer leurs empiètements, prirent le parti de les placer sous leur autorité immédiate, en se proclamant eux-mêmes, en tant que chefs de la religion, les souverains pontifes de tous les collèges, fondés en effet sous un patronage religieux[5].

Mais les difficultés ne furent complètement aplanies que par Hadrien[6] qui, par un trait de maître, d'institutions libres qu'ils étaient, les transforma en corps officiels de l'Etat. Tous ceux qui pouvaient rendre des services directs dans les travaux publics furent divisés en cohortes organisées sur le modèle de celles de l'armée. « *Ad specimen legionum militarium fabros, perpendiculatores* (géomètres et arpenteurs), *architectos*, *genusque cunctum exstruendorum moenium seu decorandorum*, *in cohortes centuriaverat*[7]. » Désormais ces corporations furent à la disposition des magistrats pour les travaux en régie, qui devinrent ainsi bien plus fréquents qu'auparavant. Ce ne fut pas un service gratuit mais il fallut accepter chaque fois la rétribution qu'il plaisait à l'Etat d'accorder, et de plus, se transporter aux lieux où il

1. *Pro domo*, 28.
2. Cicéron, *In Pisonem*, 4.
3. Suétone, *César*, 42.
4. Suétone, *Octave*, 32.
5. L'initiative fut prise par Néron. (Cf. Orelli, *Inscript. latinæ*, n° 764).
6. Trajan s'en méfiait encore et ne se montra pas partisan sans réserves de l'extension des collèges dans les provinces. Il conseilla à Pline le Jeune, gouverneur de Bithynie, de ne pas les laisser se reformer à Nicomédie, où ils avaient naguère causé des troubles. (*Correspondance de Pline le Jeune*, liv. x, 43.)
7. Aurelius Victor, *Epitome* (*Aelius Hadrianus*).

plaisait également à l'Etat, c'est-à-dire au prince, de faire exécuter un travail. En retour de cette liberté aliénée, des immunités furent accordées à ces collèges, non seulement à Rome, mais aussi dans les provinces : entre autres l'exemption du service militaire et de toutes les impositions extraordinaires[1] ; ensuite vinrent des concessions de terre (*fundi dotales*)[2]. D'abord restreints à quelques corporations, ces privilèges s'étendirent finalement à l'ensemble[3].

Entrepreneurs et ingénieurs. — Sous la République, le système de l'adjudication était de règle pour les travaux publics. Le censeur, avec l'autorisation du Sénat, les affermait à des entrepreneurs (*mancipes, redemptores operum*), qui appartenaient souvent à la classe des chevaliers et qui étaient, soit isolés, soit organisés en compagnie. Ces entrepreneurs avaient à leur service des familles d'esclaves, mais ils faisaient appel aussi au concours des ouvriers libres fournis par les corporations ; celles-ci, du reste, eurent de bonne heure comme adjoints plus ou moins affiliés à leur organisation, des esclaves travaillant en qualité de manœuvres, et qu'elles engageaient avec leur personnel libre dans le contrat de travail passé avec les entrepreneurs. Ceux-ci traitaient également avec des architectes ou ingénieurs, appartenant ou non à des corporations et qui étaient chargés de la direction technique du travail. L'entrepreneur, s'il était lui-même architecte, ce qui devait être assez fréquent, prenait cette direction[4].

Les ingénieurs n'étaient pas dans leur ensemble distingués des architectes[5] ; les fonctions étaient communes en général et l'appellation unique : *architecti*. Il y avait cependant parmi eux des personnalités fort différentes : des esclaves, des affranchis

1. « Quibusdam collegiis vel corporibus quibus jus coeundi permissum est, immunitas tribuatur: scilicet in collegiis vel corporibus in quibus artificii sui causa unusquisque adsumitur ; ut fabrorum corpus est, et si qua eamdem rationem originis habent, id est idcirco instituta sunt, ut necessariam operam publicis utilitatibus exhiberent. » *Digeste*, liv. VI, l. 5, § 12.

2. *Code Theod.*, lib. XIV, tit. III, l. 7. 13, 19. — Tit. IV, l. 8.

3. *Novell. Theod.*, lib. I, tit. XXVI. — *Code Theod.*, lib. XIV, tit. II, l. 2.

4. Un certain *Lucius Cocceius Auctus* (de Pouzzoles) est appelé dans une inscription *architectus*, dans une autre *redemptor*. (*Corp. inscr. lat.* X, 1614 et 3707.)

5. On peut, pour quelques détails de plus sur les ingénieurs romains, sur le degré de savoir et de capacité qu'ils pouvaient acquérir, etc., se reporter à notre étude corrélative de celle-ci : *Essai sur la science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'empire romain*.

et des hommes libres, de condition parfois même assez relevée. Ce titre ne désignait pas toujours non plus un emploi supérieur, mais les emplois supérieurs n'en comportaient pas d'autres. A certaines spécialités s'appliquaient des appellations distinctes : *mechanici*, *machinatores*, *gromatici*, *mensores*, *libratores*, etc. Parmi les ingénieurs, les uns étaient entièrement indépendants, d'autres groupés en collège ; d'autres, les esclaves, soumis à un maître, à une cité ou à l'Etat, ou plus tard, au prince. Beaucoup étaient incorporés dans les légions [1]. A mesure que progressa la centralisation impériale, il semble qu'on ait employé de moins en moins pour les travaux publics les architectes indépendants, aussi bien dans les provinces qu'à Rome, le système des travaux en régie ayant alors généralement prévalu.

Dans le système de l'adjudication, un cahier des charges, fort détaillé, était imposé à l'entrepreneur, qui, d'autre part, devait faire les avances de fonds (*altro tributa*) [2]. Comme le travail devait être à la livraison contrôlé par le censeur ou tel autre magistrat commis à cet effet, l'entrepreneur était obligé de fournir un garant (*praes*), qui s'engageait à payer les travaux nouveaux si les premiers étaient manqués. L'Etat se donnait une double garantie en grevant aussi d'une sorte d'hypothèque les biens mêmes de l'entrepreneur (*Praedia mancipis subsignabantur apud censorem*) [3].

Magistrats chargés des travaux publics. — Le censeur, chargé en même temps des finances et des travaux publics, s'occupait de tous ces règlements : souvent des fonds spéciaux lui étaient remis en vue d'un travail d'utilité publique déterminé [4]. Il exerçait d'ailleurs un contrôle continu sur les opérations de l'entrepreneur, et si l'ouvrage était important, prenait un grand intérêt à sa réussite, à laquelle il considérait comme engagée sa propre réputation. C'est ainsi que pour se réserver la gloire d'avoir

1. Un bon nombre des inscriptions qui font mention d'*architecti* désignent des ingénieurs militaires.

2. Tite-Live, XXXIX et XLIII, 16.

3. Cicéron : *In Verrem de praetura urbana*, 49, 60. — *Pro Flacco*, 32. — Code Justinien, V, 37, 38.

4. L'*Anio vetus*, par exemple, fut payé par les fonds provenant des dépouilles enlevées dans la guerre de Pyrrhus : *ex manibiis de Pyrrho captis*. (Frontin, 6.)

achevé les premiers grands aqueducs de Rome, *Appia* et *Anio vetus*, qui avaient été entrepris sous eux, les censeurs *Appius Claudius*, d'une part, *Curius Dentatus*, de l'autre, firent en sorte que le Sénat prolongeât la durée de leurs magistratures [1]. Quant à la Marcia, elle fut, par exception, comme on sait, conduite dans la ville par l'initiative d'un préteur [2], *Marcius Rex*, qui dut aussi, en vue du même but, solliciter une prolongation de pouvoirs tout à fait anormale.

Il y eut une période de transition, au dernier siècle de la République, où, parmi les autres services de travaux publics, l'administration des eaux, tout en demeurant en principe du domaine des censeurs, fut transmise parfois aux édiles, plus rarement et pour une part, aux questeurs [3].

Dans les provinces, c'étaient les magistrats des villes, les duumvirs, qui sous le contrôle des décurions, affermaient les travaux publics. Un des documents les plus importants qui nous restent sur ces adjudications, et par conséquent sur celles des censeurs qui servaient évidemment de modèles, est la « *lex puteolana parieti faciundo* » [4], contrat rédigé par les magistrats de *Puteoli* (Pouzzoles), et qui dicte minutieusement à l'entrepreneur toutes les conditions d'établissement d'une simple muraille. Cela prouve une fois de plus combien, dans la forte organisation romaine, l'action de l'autorité s'exerçait puissamment sur tout ce qui était d'intérêt public.

Sous l'empire, la censure, après avoir été dépouillée, dès le début du règne d'Auguste, de la plupart de ses attributions [5],

1. *De Aquis*, 5, 6. Curius n'en profita guère ; il mourut cinq jours après la prorogation de ses pouvoirs.

2. Il est probable qu'il en fut chargé par suite de ce que ses fonctions l'avaient appelé à connaître fréquemment des questions d'eaux, les contestations sur leur usage devant être très nombreuses à une époque où il n'y avait pas encore là-dessus de jurisprudence établie. Peut-être le préteur avait-il eu aussi à statuer sur des dommages subis par les deux aqueducs existant alors et à en ordonner la réparation : il était ainsi devenu compétent.

3. *De Aquis*, 95, 96. Les questeurs n'étaient chargés que de la réception des ouvrages (*operum probandorum cura*), et seulement à défaut des censeurs ou des édiles.

4. Ce document fut publié au XVI^e^ siècle par Georges Fabricius (1549). Plusieurs fois réimprimé depuis lors, on le trouve dans le recueil d'Egger : *Latini sermonis reliquiae*, p. 248. Il est daté de l'an de Rome 648 (105 av. J.-C.). Un bon commentaire de ce texte se trouve dans l'ouvrage intitulé : « *Dell'ordine dorico, di San Luigi da don Pietro Marquez, con appendice sopra un'antica tavola di Pozzuolo* (Rome 1803, in-8°, p. 147 et suiv.)

5. Suétone, *Octave*, 37.

pour être réduite à un rôle à peu près purement honorifique, disparut bientôt complètement. Ses fonctions furent réparties entre un certain nombre de magistrats spéciaux, nommés par le prince, et portant le titre de *curatores*. Il y eut les curateurs « des lieux et travaux publics » (*locorum publicorum judicandorum, aedium sacrarum operumque publicorum*), — « du Tibre et des égouts » (*alvei Tiberis et riparum et cloacarum urbis*), — « des eaux » (*aquarum*), — « des routes » (*viarum*); enfin le curateur « des grains », qui eut le titre de *praefectus annonae*.

Le plus élevé en dignité fut le *curator aquarum;* ensuite venaient les cinq *curatores alvei Tiberis;* puis les curateurs des travaux publics, au nombre de deux, qui pouvaient être d'anciens préteurs, mais qui en pratique furent presque toujours choisis parmi les anciens consuls, comme ceux des deux ordres précédents : c'est la marque de la haute considération qui s'attachait à ces charges. Pour celle-ci, les empereurs, tout en laissant aux titulaires l'honneur de la fonction, et une haute autorité s'exerçant surtout dans les questions de contentieux[1], en rattachèrent peu à peu à leur propre personne les services divers, par la création d'un personnel spécial, *statio operum publicorum* ou *statio urbana*, composé surtout d'affranchis impériaux. A sa tête fut commis un *procurator operum publicorum*, appartenant à l'ordre équestre. Grâce à ce personnel, beaucoup de travaux purent être exécutés en régie, et payés directement par le fisc. Au procurator et à ses employés (*dispensatores*, *tabularii*, *rationales exactores*, etc.), il appartint de s'entendre avec les ingénieurs, de mettre en chantier la proportion voulue d'ouvriers libres, d'esclaves publics, de prisonniers ou de condamnés[2], de régler les achats de matériaux, les transports et les salaires; en somme, de régler toutes les

1. V. Mommsen. *Staatsrecht*, t. II, p. 1006. — Hirschfeld : *Untersuchungen auf dem Gebiete der römischen Verwaltungsgeschichte*, p. 156-159.

2. « Telle était la simplicité des procédés de construction, qu'ils pouvaient être appliqués par les prisonniers mêmes que les Romains tenaient à leur discrétion, et par des condamnés tirés des derniers rangs du peuple. La condamnation aux travaux publics comptait au nombre des peines légales; elle est citée dans les sentences de Paul et nous la lisons à chaque page de la législation théodosienne. Elle consistait surtout à extraire les matériaux pour les ouvrages publics... Sous Néron, tous les prisonniers de l'empire avaient concouru au creusement du canal de l'Averne, ainsi qu'aux travaux de ce colossal ensemble de palais auquel on a donné le nom de *Maison d'Or*. » (Choisy, *ouvr. cité*, p. 207). Cf Paul *Sent.*, lib. v, tit. *de Poenis*. — *Code théod.* lib. XIV, tit. X. C. 4. — *Dig.* lib. XLVIII, tit. XIV, l. 34, etc. (Suétone, Néron, 31).

dépenses et d'assumer en grand la charge qui revenait autrefois pour chaque travail à un entrepreneur spécial.

La curatelle des eaux. — La curatelle des eaux garda toujours au contraire, un pouvoir effectif entier. Cela tient peut-être à son origine. Agrippa, étant édile, avait amené à Rome l'eau *Julia* (719/34). Frappé sans doute de la compétence exceptionnelle dont ce magistrat avait fait preuve dans la haute surveillance de ce travail, Auguste lui décerna la fonction de *curateur des eaux*, à perpétuité. Agrippa fit de ce service sa chose personnelle et garda à sa disposition, uniquement pour l'entretien et la surveillance des aqueducs, une famille de 240 esclaves, sa propriété personnelle, qu'il légua plus tard à Auguste par testament[1]. Celui-ci fit don à l'Etat de cette famille qui devint *familia publica*. En même temps, il donnait un successeur à Agrippa comme curateur des eaux : ce fut Messala Corvinus. La charge était définitivement constituée, avec des statuts officiels. Choisis parmi les *principes civitatis*, c'est-à-dire parmi les personnages de rang sénatorial, et consulaires, les curateurs furent en général nommés à vie, tout en ayant la faculté de se démettre, si une autre situation leur convenait mieux[2].

La *familia publica* fut naturellement attachée à la curatelle Plus tard, l'empereur Claude forma, spécialement pour ce même service, une nouvelle famille d'esclaves encore plus nombreuse, comprenant 440 hommes : on l'appela *familia Caesaris*. Il fallait pourvoir en effet à l'activité considérable qu'exigeait la construction des deux nouveaux aqueducs *Claudia* et *Anio novus*[3]. Le

1. La curatelle d'Agrippa n'était pas encore une charge absolument officielle. Frontin dit qu'il fut « *velut* perpetuus curator ». (*De Aquis*, 98.) En réalité, ce fut lui qui l'organisa, avec tous ses rouages prêts pour son successeur. Les aqueducs qu'il construisit furent vraiment son œuvre, peut-être technique, à coup sûr financière en grande partie. Frontin (*ibid.*) n'emploie pas sans raison les termes « *operum suorum et munerum* ».

2. C'est à la suite de sa curatelle que *Didius Gallus* (an 49) fut envoyé comme gouverneur impérial en Mysie, *Fonteius Agrippa* (an 68) comme proconsul en Asie (Tac. *Ann.* XIV, 18). Frontin (de 97 à 106) fut le 17e curateur des eaux après Agrippa. Vers la fin du IIe siècle, il y eut fusion de la curatelle des eaux avec celle des blés. On appela les titulaires « *curatores aquarum et Miniciae* », du nom de l'endroit où se donnaient les tessères frumentaires. Plus tard encore, à l'époque de Dioclétien et de Constantin, le nom de *consularis* fut substitué à celui de *curator*. En même temps, l'ordre de la hiérarchie des magistratures se modifiait, et d'une façon qui reste encore fort obscure.

3. Frontin. 116.

travail en fut donc exécuté directement par le corps officiel des eaux, la *statio aquarum*, qui comprenait — comme nous le verrons en étudiant le fonctionnement normal du service, hors des périodes de grandes constructions, — une foule d'employés de tout genre et de tout ordre, depuis l'architecte jusqu'au simple *famulus*. Mais il est bien évident que ce n'est pas ce personnel normal, même grossi de la nouvelle *familia*, qui pouvait suffire au grand travail entrepris. On fit donc certainement appel au concours des corps de métiers, à la collaboration d'ingénieurs autres que les architectes ordinaires du service, même à l'intervention d'entrepreneurs pour certains ouvrages ou pour certaines fractions du parcours. Indépendamment du témoignage de Frontin en ce qui concerne le concours des talents étrangers[1], on comprend qu'il eût été peu rationnel de garder en permanence un contingent qui, en temps ordinaire, n'aurait pas eu d'emploi.

Les membres des *familiae* (*familia publica* ou *familia Caesaris*)[2], étaient en principe de condition servile. Mais ceux qui s'acquittaient d'une fonction un peu plus relevée que d'autres arrivaient facilement à être affranchis. « On retenait à l'esclavage, dit Wallon[3], le degré le plus bas; on avait affranchi le degré supérieur : les *vicarii* restaient esclaves, les esclaves ordinaires étaient généralement libérés. On retrouve ce mélange des deux conditions dans tous les travaux d'utilité publique : dans l'administration des eaux, dans les plomberies de l'Etat, dans les fabriques de monnaie, etc. L'élément libre y domine. »

La garnison de Rome et les travaux publics. — On ne peut savoir en aucune façon, par le texte de Frontin, si l'armée fut employée à la construction des aqueducs de Rome. A son époque, la garnison de la capitale était composée de trois des neuf cohortes prétoriennes, des trois cohortes urbaines, et des sept cohortes des

1. « Curator debet... nec suae tantum stationis architectis uti, sed plurium advocare non minus fidem quam subtilitatem, ut aestimet quae repraesentanda, quae differenda sint et rursus quae per redemptores effici debeant, quae per domesticos artifices. » (*De Aquis*, 119.)

2. M. Lanciani (*ouvr. cité*, p. 137) pense que la *familia caesarea* resta spécialement attachée au service des aqueducs construits sous l'empire, tandis que la *familia publica* fut chargée de l'entretien et de la surveillance des plus anciens. Cette distinction, qui n'a pas grande importance, ne semble pas être très fondée.

3. *Histoire de l'esclavage*, liv. III, chap. IV, p. 136

vigiles (chaque cohorte comprenant un millier d'hommes), et de quelques corps étrangers dont la composition varia suivant les époques. Sur ce nombre, les cohortes des vigiles, spécialement consacrées à la garde nocturne, à la protection contre les incendies, étaient réparties dans les quatorze régions de Rome, de manière à ce que chacune d'elles fît toujours le service dans deux régions [1]. On ne pouvait guère les en distraire. Mais quant aux cohortes prétoriennes et aux cohortes urbaines, bien que les premières eussent un service de garde et de parade qui devait exiger du soldat la présence instantanée sous les armes au premier appel, bien que les secondes fussent réservées à la police de la ville, il est hors de doute qu'on leur faisait exécuter certains travaux. Parmi les ingénieurs militaires signalés sur les inscriptions, plusieurs appartenaient à ces corps spéciaux, plus particulièrement aux cohortes prétoriennes [2]. Or, celles-ci étant installées la plupart du temps dans leurs camps permanents, n'ayant pas à effectuer, comme les légions, de très longues campagnes, à subir de laborieux hivernages, à fortifier les frontières, avaient assurément moins qu'elles besoin d'ingénieurs pour les travaux habituels des armées : abris, tranchées, sapes, ponts, etc. En doit-on conclure que ces architectes des cohortes fussent mis parfois à la disposition des *curatores* pour les travaux publics? Je croirais plutôt que le service particulier de l'empereur suffisait à les occuper. Dans chacun de ses déplacements, celui-ci emmenait un détachement de prétoriens : il leur fallait préparer l'installation, souvent compliquée et fastueuse, du souverain et de sa suite, organiser ses fêtes et ses parades : les architectes de la cohorte et les hommes de métier y étaient fort nécessaires. Même à Rome, pour certains travaux rapides du palais, c'étaient eux bien souvent qui devaient être appelés. Enfin, la garde prétorienne suivait le prince dans ses campagnes, où elle avait non seulement à combattre, mais à travailler sous ses yeux [3]. La participation

1. Paul. *Digeste*, I, 15, 3.

2. *Corp. inscript. lat.* X, 1757 ; XI, 20, 630. — Dans la première, un certain *Cissonius Apulis*, vétéran de la seconde cohorte prétorienne, est intitulé *architectus Augustorum*, ce qui semble indiquer le service exclusif de l'empereur.

3. Suétone, *Néron*, 19. C'est aux prétoriens que Néron commanda d'entreprendre le travail du percement de l'isthme d'Achaïe, qu'à l'instar de Caligula il avait pris un beau jour l'idée d'effectuer.

des cohortes urbaines à certains travaux publics est plus probable. Toutefois, l'on n'oserait dire qu'elles aient été employées à des entreprises de longue haleine et hors de Rome, telles que la construction des aqueducs. Il semble bien aussi que si l'élément militaire avait contribué à cette construction, Frontin y aurait fait au moins une allusion.

Travaux des légions dans les provinces. — Quoi qu'il en soit, un des grands principes du commandement militaire romain était que le soldat ne devait en aucun cas, soit en campagne, soit en garnison, rester oisif[1]. Dans les provinces, surtout dans celles où de nombreux corps de troupes se trouvaient massés, ce principe était énergiquement appliqué. L'esprit turbulent de ces grandes agglomérations eût fermenté en tout temps et dangereusement sans ces occupations matérielles qui offraient un aliment à une activité avide de s'entretenir. Indépendamment de l'ambition d'apparaître comme un bienfaiteur des nations, comme un génie civilisateur, Octave, en faisant, au sortir des guerres civiles, creuser par ses légions des ports et des canaux, percer des montagnes, assécher des marais, élever des édifices, avait un but plus immédiat : conjurer la transformation de ces troupes en bandes, de ces guerriers en pillards, de la discipline en anarchie, et finalement en subordination à un autre maître. Cette politique fut suivie par ses successeurs. Le travail des légions resta le puissant dérivatif contre le relâchement de l'obéissance et la mutinerie. Quand Vitellius, après la victoire de Bédriac, fit élever par les soldats de la XIII^e^ légion des amphithéâtres dans les villes de Bologne et de Crémone, il songeait sans doute à les allécher par l'espérance des prochains spectacles de gladiateurs qui convenaient à leurs goûts violents[2] ; mais il faisait mieux : il les occupait. S'il eût pu occuper de même les cohortes prétoriennes et les autres corps de troupes, son rival Vespasien n'eût peut-être pas régné.

« Nous retrouvons les soldats romains, dit M. Choisy[3], construisant des amphithéâtres en Afrique[4], des murailles de

1. Neque enim longitudo aetatis, aut annorum munerus artem bellicam tradit ; sed post quanta volueris stipendia, inexercitatus miles semper est tiro (Végèce, *Epit.* III, 23).
2. Tacite, *Histoires*, II, 67.
3. *Ouvr. cité*, p. 268.
4. Orelli, 6597

défense en Bretagne[1], en Egypte des tombeaux, des ponts, des temples, des portiques, des basiliques[2]; en Italie, on les voit travailler aux grandes routes; presque partout la mention de leurs travaux est accompagnée de cette curieuse observation : que les monuments furent entrepris pour occuper leurs loisirs[3]. »

C'est au séjour prolongé des légions dans les Gaules que cette province dut le magnifique réseau de grandes routes étendu jusqu'aux extrémités de son territoire, les fortifications de ses villes, les châteaux forts gardant les passages, les ponts comme ceux de Mayence, de Trèves et de Cologne aux frontières, d'Arles, de Saintes, et tant d'autres, à l'intérieur du pays. Que dire de ces gigantesques murailles de défense que les généraux ou les empereurs leur firent dresser le long des secteurs dangereux des provinces extrêmes? César avait une première fois contenu les Helvètes par un mur de dix-neuf milles de long et de seize pieds de haut qui allait du lac Léman au Jura[4]. Drusus use du même procédé contre les Germains, Trajan contre les Daces, et Hadrien contre les Pictes, en Bretagne[5]. Ce *murus Picticus* s'étendit sur quatre-vingts milles de longueur, de l'embouchure de la Tyne au golfe de Solway, et ne fut achevé que par Septime-Sévère. Monuments de robuste patience, et d'utilité stratégique pourtant éphémère : un jour vint où ces travaux n'arrêtèrent plus les barbares. Tant il est vrai que tours et remparts n'ont de force que lorsque subsiste derrière eux l'union des courages dans le respect d'une autorité ferme et sûre d'elle-même!

Personnel militaire fourni aux villes pour les travaux publics. — Quelle que fût l'activité laborieuse des légions, on s'exposerait à de graves erreurs, en leur attribuant sans discerne-

1. Orelli, 3566.

2. Fl. Vopiscus, IX. — Cf. (Cagnat, *L'armée romaine*, p. 432), la longue liste des ouvrages de cette sorte entrepris par les légionnaires pour le camp et la ville de Lambèse. C'est à la légion III[e] *Augusta*, que Timgad doit son existence.

3. Frontin (*Stratagèmes*, liv. IV, I, 15) raconte que Scipion Nasica, n'ayant pas besoin de vaisseaux, occupa cependant ses soldats à en construire pendant un quartier d'hiver, craignant que l'inaction n'engendrât la licence, et ne les portât à quelque injure à l'égard des alliés. — De même, nous voyons Corbulon, sous le règne de Claude, arrêté par ordre de l'empereur dans ses conquêtes, faire creuser aux troupes un canal de 23 milles entre la Meuse et le Rhin, et Curtius Rufus, son successeur, leur faire ouvrir une mine d'argent, d'ailleurs sans profit matériel et à leur grand mécontentement.

4. César, *De bello gallico*, I, 8.

5. Cf. Dürr. *Die Reisen des Kaisers Hadrian*, p. 36

ment les travaux publics dans les provinces. Les gouverneurs des provinces sénatoriales n'avaient souvent à leur disposition que quelques détachements, et dans les provinces impériales, toujours garnies de troupes, celles-ci, campées la plupart du temps non loin des frontières, ne disséminaient pas trop leurs contingents. Mais immobiliser pour un travail important des cohortes entières était autre chose que de mettre à la disposition d'une ville quelques corps spéciaux, un architecte, des hommes de métier, appartenant, soit à la légion, soit à des corps auxiliaires : une semblable délégation a dû, au contraire, être fort souvent en usage. Une disposition de loi autorisait les gouverneurs à mettre, s'il en était besoin, les troupes au service du *curator operum* pour la construction des temples et autres édifices publics : « *Ministeria quoque militaria, si opus fuerit, ad curatores adjuvandos dare* [1]. »

Ces curateurs étaient nommés par les magistrats des villes, les décurions. Mais les empereurs, et l'on en a plusieurs exemples [2], pouvaient les nommer directement ou par l'entremise des gouverneurs des provinces, et ils relevaient alors du pouvoir central. Leur charge était de diriger ou de contrôler, dans les colonies ou municipes, l'exécution des travaux publics. Cette charge était temporaire, et plus ou moins élevée en dignité suivant l'importance de la ville, et des ouvrages à construire. Le fait relaté dans un des chapitres précédents [3] au sujet de la construction de l'aqueduc de Bougie (*Saldae*), ne fait pas mention d'un fonctionnaire de ce genre, mais montre que le gouverneur d'une province pouvait, sur la demande d'un magistrat dépendant de son ressort, mettre à sa disposition un ingénieur militaire pour l'étude d'un projet, et envoyer ensuite sous les ordres de celui-ci des ouvriers d'armée [4], à l'effet d'exécuter au moins une partie du travail, le reste pouvant être fait par des ouvriers locaux, groupés ou non en corporation. Dans ce dernier cas, il est naturel que la main-d'œuvre fût plus facile à trouver. Mais des documents, tels que la correspondance de Pline le Jeune avec Trajan, nous

1. *Digeste*, lib. I, tit. XVI, l. 7, § 1.

2. Orelli, 3263, 3264. — Il s'agit dans ces deux inscriptions de *curatores* nommés par Hadrien pour les thermes de Venusia et de Bénévent.

3. V. ci-dessus, p. 292 et suiv. — C. I. L., VIII, 2728.

4. Sur les ouvriers d'armée, et leur dépendance du « *praefectus castrorum* » V. Cagnat, *L'armée romaine d'Afrique*, p. 182 à 187.

montrent assez que les villes, dans lesquelles des collèges d'artisans ne s'étaient pas formés ou avaient été dissous, recrutaient aisément néanmoins le personnel ouvrier nécessaire à leurs travaux. Il s'agit entre autres ouvrages de la construction d'un canal devant faire communiquer un lac avec la mer. « Il faut pour ce travail beaucoup de bras, écrit Pline ; mais nous n'en manquons pas : la campagne est bien habitée, la ville très populeuse, et l'on peut compter que tout le monde s'empressera de travailler à un ouvrage utile à tout le monde. »[1]

Réquisition des habitants. — On pouvait d'ailleurs toujours avoir recours à la réquisition, droit qui, en pays conquis, avait existé de tout temps. En principe, les citoyens romains en étaient exempts ; mais le principe cédait fréquemment devant la nécessité ou le bon plaisir de l'empereur, et souvent la corvée (*sordidum munus*) était imposée, pour un travail public urgent, à toute la population d'un canton, sans distinction d'hommes libres ou d'esclaves[2]. Dans les provinces, l'élément indigène était évidemment mis à contribution de cette manière-là, toutes les fois qu'on le jugeait opportun. Enfin, l'on avait toujours le concours obligatoire des esclaves publics, que beaucoup de villes possédaient, et au-dessous encore, pour les besognes les plus pénibles, les prisonniers et les condamnés de droit commun[3].

Part du pouvoir central aux travaux des villes. — La correspondance de Trajan et de Pline le Jeune, plusieurs fois citée déjà, met en lumière d'une façon bien intéressante la grande part que pouvait prendre le pouvoir central aux moindres travaux qui s'exécutaient dans les provinces. Le gouverneur informe le souverain d'une quantité de détails techniques et financiers. En personne, il va reconnaître des sources, des bassins, combine les grandes lignes des travaux qu'il juge utiles, avant l'arrivée de l'ingénieur constructeur ou hydraulicien, civil ou militaire que l'empereur lui a promis de lui procurer[4]. Les magistrats

1. *Lettres*, x, 50.
2. V. Lactance, De *mortib. persec.*
3. V. ci-dessus, p. 364, note 2.
4. Pline le Jeune, *Lettres*, x, 50 et 69.

municipaux semblent n'avoir joué dans tout cela qu'un rôle très effacé, ou tout au moins secondaire. Le cas, il est vrai, est un peu spécial, car Pline arrivait en Bithynie avec une mission de confiance de l'empereur, pour réparer une série de désordres financiers qui avaient affecté une bonne partie des cités de cette province [1]. Aussi poussa-t-il très loin la surveillance et le contrôle des frais dans lesquels les diverses municipalités voulaient s'engager pour leurs travaux publics. Il consulte exprès l'empereur avant de donner aux Prusiens l'autorisation de réparer leurs thermes, en lui exposant le menu détail des sommes qu'ils peuvent consacrer à cette entreprise. L'ingérence probable du légat des Trois-Gaules dans toutes les affaires de la colonie lyonnaise n'a donc rien qui puisse surprendre. Cette ingérence était toujours d'autant plus accusée qu'il s'agissait de travaux plus considérables, pour lesquels une subvention était accordée par le fisc. Dans ce cas, la construction était dirigée par les agents impériaux [2]. Ce fut, à n'en pas douter, le cas des aqueducs de Lyon.

Eléments divers du personnel employé à la construction des aqueducs de Lyon. — D'après toutes ces données, s'ajoutant à ce qui a été déjà dit au début de ce livre sur le développement et le gouvernement de la cité lyonnaise, nous pouvons concevoir en effet avec de suffisantes probabilités l'organisation du travail à la construction de ses divers aqueducs.

L'élément militaire a dû toujours y collaborer. Lyon, indépendamment des grands corps de troupe qui y ont momentanément séjourné, avait une cohorte en garnison permanente [3], capable de fournir, quand il le fallait, une part de son effectif pour les travaux publics. En admettant même que son service l'ait retenue constamment tout entière dans les murs de la ville, ce qui n'est guère probable, nous avons vu que des détachements pouvaient être envoyés des légions de la province à toute réquisition du gouverneur. Il a été expliqué comment, pendant l'époque des grands mouvements et des grands travaux de troupes en Gaule

1. *Lettres*, X, 28, 29, 34, etc.

2. Ainsi fut fait à Bénévent, sous Hadrien (C. I. L., IX, 1419) et à Nola, sous Vespasien (C. I. L., X, 1266)

3. V. ci-dessus, p. 15. — On cite la cohorte XIII et la cohorte XVII, signalées par de nombreuses inscriptions. Cf. de Boissieu, *ouvr. cité*, p. 353 à 361.

sous la direction d'Agrippa, l'aqueduc du Mont-d'Or avait dû, comme les routes partant de Lyon, être l'œuvre presque exclusive des soldats, encadrant des manœuvres fournis par la population indigène[1]. L'architecte légionnaire préposé à cette entreprise a bien pu devoir une partie de son adresse technique à la présence et à l'inspiration du maître ingénieur qu'était le curateur des eaux de Rome, le constructeur des aqueducs Julia et Virgo[2]. Le personnel militaire se trouva réduit de beaucoup sans doute pour la construction du deuxième aqueduc, car les armées étaient déjà cantonnées sur la frontière germanique. Mais dans l'intervalle, des collèges d'artisans s'étaient créés dans la ville de Lyon, et l'on put faire appel à leur concours. Il en fut de même pour le troisième, l'aqueduc de La Brévenne, avec cette différence que les collèges étaient à ce moment plus nombreux encore, plus exercés et plus puissants. Quelle part ont eue les magistrats de la ville au choix du directeur des travaux, à la conduite générale de l'entreprise? Ils ont été consultés certainement en ce qui concernait les besoins d'une eau nouvelle pour la ville, ont présenté des idées et des vœux, surtout si les finances municipales assumaient une part des frais. Mais il n'y aurait pas à s'étonner que leur concours se fût borné là, et que, décision prise d'un nouveau travail, l'administration impériale eût été dès lors seule maîtresse. C'est pour l'aqueduc du Gier surtout, construit sous Hadrien, comme tout porte à le croire, que les choses ont dû se passer ainsi. Les ingénieurs destinés à diriger le travail appartiennent à la phalange amenée par l'empereur. A leur tête est un *curator operis*, sous l'impulsion et sous le contrôle de qui le terrain est exploré, le nivellement établi, le parcours défini, les projets étudiés, les plans dressés. Peut-être, avec ce haut personnel est-il venu un groupe d'artisans d'élite, choisis dans ces collèges romains que l'empereur a enrégimentés. Quand tout a été mis au point par ces techniciens, *geometrici*, *libratores*, *aquileges*, etc., militaires et civils, les travaux sont mis en chantiers. Il est probable que le parcours est divisé en fractions

1. V. ci-dessus, p. 15.

2. Ce serait aller évidemment trop loin dans la conjecture que d'attribuer à Agrippa l'idée d'appliquer à ce premier aqueduc le système du siphon qui devait donner tant d'originalité et de valeur technique à ces ouvrages de Lyon. Mais l'hypothèse serait séduisante.

occupé ici par le contingent militaire, là par le personnel des corporations, ailleurs par des entrepreneurs spéciaux avec leurs équipes ; esclaves publics et indigènes étant répartis en tous lieux suivant les besoins. Telle est, je crois, l'idée qu'on peut se faire de la mise en train et de la conduite de ces ouvrages.

Importance numérique du personnel. Salaires. — La plus grande différence avec l'organisation des entreprises similaires modernes résidait surtout dans le nombre des chantiers simultanés et dans la multiplicité des travailleurs. Cela seul pouvait compenser la lenteur des procédés et l'imperfection des engins, et permettait d'achever ces grandes œuvres avec autant de promptitude qu'à présent. M. Lanciani cite un exemple de la foule énorme d'ouvriers qu'on y appliquait, d'après un auteur byzantin, Paul le Diacre. Il s'agit de la restauration faite par l'empereur Constantin Copronyme, vers l'an 745, de l'aqueduc de Valentinien II. 6.900 ouvriers y furent employés, ainsi répartis : maçons, 1.000; cimentiers, 200; broyeurs de tuileaux, 500; manœuvres, 5.000 et chaufourniers, 200. Tout en admettant un chiffre moindre pour les ouvriers des aqueducs de Lyon, on voit quelle place pouvait y tenir le personnel quelconque, sans instruction professionnelle : plus des deux tiers. Dans ces conditions, les artisans lyonnais, avec quelques centaines d'hommes de troupe exercés aux métiers, ont pu suffire pour les trois plus récents aqueducs, le reste étant composé d'indigènes, d'esclaves et de prisonniers.

Ces derniers seuls ne recevaient pas de salaire. Les différents emplois étaient naturellement payés proportionnellement au degré d'adresse ou d'instruction qu'ils nécessitaient. D'après une incription de Stratonicée qui a conservé un édit de Dioclétien sur ces matières, la rétribution, en prenant pour unité le salaire du manœuvre, aurait été de 2 pour le maçon et employés du même genre, tels que paveur, cimentier, chaufournier, etc., en somme, pour la plupart des artisans. Mais nous pouvons être certains que tous ceux dont le rôle technique était un peu plus développé recevaient des allocations plus fortes. Je ne parle pas des ingénieurs qui, d'après Vitruve[1], savaient ordinairement assez

1. Liv. I, *Introduction.*

bien faire évaluer leurs services ; il est vrai que de son côté le fisc avait toute raison et toute facilité de ne pas dépasser de justes limites. Pour nous en tenir au personnel ouvrier, comme une contestation s'est élevée au sujet de la sigle qui dans l'inscription de Stratonicée représente l'unité de valeur, il est difficile de donner l'exact équivalent de celle-ci en monnaie. On pense généralement que le rapport aux salaires courants de nos jours était de 1/3.

§ II. — Personnel du service ordinaire.

Hiérarchie des emplois. — Le curateur des eaux, à Rome, était pourvu d'un cortège officiel, comprenant, lorsque ce magistrat était en tournée de service hors de la ville : deux licteurs, trois esclaves publics, un architecte, des secrétaires (*scribae*, *librarii*), des appariteurs (*accensi*), et des crieurs (*praecones*). Dans la ville, le cortège était le même, mais sans licteurs. Frontin, moins asservi que d'autres à l'étiquette, ne voulut même plus en avoir dans sa suite en aucun cas[1].

Outre ce groupe attaché à la personne du chef, la *statio* ou *officina aquarum* comprenait :

Deux *adjutores*. — Ils avaient été institués dès le début par Auguste, pour assister le premier successeur d'Agrippa, Messala Corvinus. Il semble qu'ils aient eu souvent des tendances à outrepasser leurs pouvoirs et empiéter sur ceux du titulaire. Frontin le fait clairement comprendre, en rappelant que le curateur doit être assez à la hauteur de ses fonctions pour ne se servir d'eux qu'en qualité d'aides et d'instruments, et non à titre de remplaçants ou de conseillers[2] : ferme et hautain langage de grand magistrat romain.

Un *procurator libertus Caesaris*. — Ce fut Claude qui institua cet emploi. Le procurateur avait pour mission de veiller tout spécialement à la distribution régulière des eaux et à la probité

1. *De Aquis*, 102.
2. *Ibid.*, 2.

des agents du service, selon les prescriptions contenues dans l'ordonnance impériale ainsi conçue : « Qui aquam in usus privatos deducere volet impetrare eam debebit, et a principe epistulam ad curatorem adferre ; curator deinde beneficio Caesaris praestare maturitatem et procuratorem ejusdem officii libertum Caesaris protinus scribere... Procurator calicem ejus moduli, qui fuerit impetratus, adhibitis libratoribus signari cogitet, diligenter intendat mensurarum quas supra diximus modum, et positionis notitiam habeat[1]. »

Aux derniers temps de l'empire, les procurateurs furent nommés sur la requête ou au moins sur l'avis favorable du curateur, comme d'ailleurs dans toutes les administrations du même ordre. Une inscription, des premières années du IV^e^ siècle, porte :

T · AELIVS POEMENIVS DE SVFFRAGIO EIVS
AD · PROC · AQVARVM PROMOTVS[2]

Ce fonctionnaire semble avoir joui d'un fort traitement, qui aurait atteint 100.000 sesterces (*centena sestertia*), d'après la marque d'une urne trouvée à Velletri (*Velitrae*).

SEX · VARIO · MARCELLO
PROC · AQVAR · C · PROC · PROV · BIT · $\overline{CC}$ · PROC · RATIONIS · PRIVAT · $\overline{CCC}$[3]

Les procurateurs devaient avoir la direction immédiate de la *familia aquaria Caesaris*, distincte, comme il a été dit, de la *familia publica*[4] ; peut-être avaient-ils aussi l'administration des revenus du fisc avec lesquels on payait le salaire de cette *familia*, ainsi que le plomb et tout ce que nécessitait l'entretien de la

1. Frontin, 105. « Celui qui voudra détourner l'eau pour son usage particulier, devra en obtenir la permission, et justifier d'un édit du prince devant l'intendant ; alors celui-ci fera promptement réaliser la concession, et chargera tout d'abord de ce soin le procurateur affranchi de César. Le procurateur ne doit pas oublier, en employant les niveleurs, d'étalonner le calice du module qui aura été obtenu ; de s'en tenir à la fidèle observation des mesures dont nous avons parlé, et de se rendre compte de la pose de ces calices. »

2. C. I. L., VI., 1418. — Cf. VI., 1535. — Lanciani, *ouvr. cité*, p. 319.

3. Lanciani. *Ibid.*

4. V. ci-dessus, p. 365.

conduite, des châteaux d'eau et des bassins [1]. Enfin, nous avons vu [2] qu'ils faisaient graver leur nom précédé de la formule SVB CVRA sur les tuyaux portant l'eau soit au domaine de César, soit aux concessionnaires, soit aux établissements publics.

Bien qu'en principe ces fonctionnaires fussent des affranchis, quelques-uns cependant furent de condition libre. Il y eut même parmi eux, sous Caracalla, un personnage noble, *Sextus Varius Marcellus*, père de l'empereur Elagabal ; il n'exerça pas seulement cette charge, mais aussi celle de préfet du prétoire [3] et de préfet de la ville.

Il a été question déjà des architectes ou ingénieurs attachés au service [4]. Pour ceux-là, il ne semble pas qu'ils aient occupé une bien haute situation, n'étant apparemment chargés que de l'entretien et des réparations d'usage courant. Quand il s'agissait d'une construction nouvelle ou d'un remaniement important, le curateur faisait appel au concours d'autres hommes de l'art ayant sans doute une science plus étendue et un plus grand esprit d'initiative que ce personnel ordinaire.

Venait ensuite la série des employés subalternes commis au service de la distribution et de la surveillance. Nous y trouvons au premier rang les niveleurs *(libratores)*. Il faut les distinguer de ceux qui, sous les ordres du directeur des travaux, opéraient le nivellement général préparatoire : ces derniers étaient souvent de véritables ingénieurs, et le *librator* de *Saldae* [5] en est un exemple. Ceux dont nous nous occupons à présent étaient chargés, sous le contrôle du procurateur, de l'étalonnage et de la pose des calices pour les concessionnaires [6]. On peut se demander pourquoi un niveleur était pour cela nécessaire. C'est qu'il avait très certainement à s'occuper aussi de l'ensemble de la canalisation, à déterminer les emplacements les plus convenables pour les

1. « Caesaris familia ex fisco accipit commoda, unde et omne plumbum et omnes impensae ad ductus et castella et lacus pertinentes erogantur. » (Frontin 118.)

2. V. ci-dessus, p. 353.

3. Orelli, 946. — Pour la série de ces procurateurs, v. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 324 et suiv.

4. V. ci-dessus, p. 367.

5. V. ci-dessus, p. 292.

6. « Procurator calicem ejus moduli, qui fuerit impetratus, adhibitis libratoribus signari cogitet, diligenter intendat mensurarum modum et positionis notitiam habeat, ne sit in arbitrio libratorum, interdum majoris luminis, interdum minoris pro gratia personarum calicem probare. » (*De Aquis*, 105.)

châteaux d'eau privés, suivant les considérations[1] qui ont été développées plus haut. Il lui fallait apprécier quel serait l'excès d'eau ou le déficit relatif pour le concessionnaire placé plus ou moins bas, plus ou moins loin du château et donner d'après cela un avis — point délicat sur lequel le niveleur était trop souvent sujet à caution — à l'égard du nombre de quinaires qu'il était juste d'accorder.

Les fontainiers (*aquarii, vilici, vilici aquarii*)[2], comprenaient tous les employés chargés d'assurer le service journalier des eaux en veillant au bon état, soit du canal de la source à la ville, soit de la canalisation dans la ville, et par conséquent à la régularité de la distribution. D'autres s'occupaient des dérivations sur le parcours, manœuvraient les vannes et les robinets, donnaient et retiraient aux usagers le débit aux heures voulues, si la concession ne comportait pas une arrivée d'eau permanente. Il y avait des *aquarii* préposés aux piscines, aux châteaux d'eau publics : ceux-ci étaient appelés plus spécialement *castellarii*[3]. Les *vilici* et les *circitores*, gardiens, étaient répartis en des postes fixes tout le long du parcours et avaient à faire leur inspection journalière de regard en regard : ils rendaient compte aussitôt de ce qui survenait d'insolite. Tous ces postes, dévolus à des esclaves de la familia semblent avoir été viagers[4].

Disséminés comme ils l'étaient, et par suite difficilement surveillés, les *aquarii* avaient fini par prendre une indépendance fâcheuse, et Frontin signale des abus et des fraudes de tout genre qu'ils commettaient audacieusement. Tantôt, de connivence avec

1. V. ci-dessus, p. 338-339.

2. Cf. Mommsen, *Zeitschrift*.

3. C. I. L. VI., 2344 : Servos. publicos | castellar. aquae. annionis | veteris. — *Ibid.*, 2345 : Laetus. publicus. populi | romani.... aquarius | aquae. annionis. veteris | castelli viae. latinae. contra | dracones. — *Ibid.*, 2346 : Onesimus. Generatius. castellarius. public. ser.

4. C. I. L., VI., 131.

DIANA
CARICIANA
M · AVRELIVS CARICVS
AQVARIVS HVIVS LOCI
CVM LIBERTIS ET ALVM
NIS SIGILLO DIANAE
iMp · antonino AVG · ET
DEDIT · IDIB · AVG
OCLATINO ADV*e*NTO *Co*S

les *libratores*, ils modifiaient sans mandat les modules réguliers [1]; tantôt ils dérivaient de l'eau d'un aqueduc dans un autre, faisaient des distributions clandestines à leur profit, perçaient des trous dans les tuyaux de conduite pour donner de l'eau à des gens non dotés de concession et qui payaient sans doute grassement leur complaisance (on appelait ces saignées *puncta* et l'opérateur *a punctis*) [2]; tantôt ils vendaient, au mépris des règlements, l'eau qui débordait des châteaux et des fontaines [3], et à l'expiration d'une concession, coïncidant avec l'inauguration d'une autre, perçaient le nouvel orifice sans boucher l'ancien [4]. Aussi Frontin, plus actif, mieux au courant et plus rigide que ses prédécesseurs, réagit-il fortement contre ces fraudes, pour le plus grand bien du public et du trésor impérial en même temps.

Les *aquarii* avaient cependant des chefs directs chargés de veiller sur eux, les *praepositi*. Mais ces agents, commis à l'inspection de l'une et de l'autre famille d'esclaves, n'étaient souvent guère plus honnêtes que leurs inférieurs et les laissaient par négligence se louer pour d'autres travaux, ou bien par cupidité les employaient eux-mêmes en dehors du service. Frontin y mit bon ordre également, en prescrivant la veille ce qui devait être fait le lendemain et en faisant tenir un registre des travaux de chaque jour [5].

Enfin venaient les simples *operarii* appartenant à l'une ou à l'autre familia, parmi lesquels Frontin distingue les *silicarii* (paveurs) ; ceux-là devaient être très occupés à cause du remaniement continuel des chaussées que nécessitaient l'enlèvement et la pose des tuyaux ; les *tectores*, ou faiseurs d'enduits ;

1. *De Aquis*, 31.

2. *Ibid.*, 115.

3. *Ibid.*, 110.

4. *Ibid.*, 114. Toutes ces infractions étaient favorisées par des jaugeages défectueux opérés dans le principe, ce qui était peut-être le fait volontaire des fontainiers eux-mêmes ; en tous cas, la quantité d'eau qui devait officiellement arriver dans les châteaux d'eau était bien inférieure à celle qui pouvait y être conduite réellement. La différence était de 10.000 quinaires environ (*De Aquis*, 64). Ce surplus, ou bien se perdait en route par suite d'un mauvais entretien, ou bien était détourné par des fontainiers, ou bien, et c'est là le plus curieux, arrivait tout de même à Rome en partie, donnant un débit supérieur au chiffre officiel. Frontin constata en effet un volume d'eau distribué supérieur de 1.260 quinaires à ce que portaient les registres. Il reprit donc toutes les mesures exactement, remania toute la canalisation et rétablit ainsi la conformité voulue entre les registres et la réalité.

5. *De Aquis*, 117. « Publica ministeria restituimus, ut pridie quid esset actura (familia) dictaremus, et quid quoque die egisset, actis comprehenderetur. »

sous la dénomination générale d'*alii opifices*, il désigne tous les corps de métiers qui devaient forcément intervenir dans l'entretien journalier.

Service des eaux dans les provinces, et spécialement à Lyon. — Dans les provinces la surveillance des aqueducs appartenait en principe aux magistrats municipaux, duumvirs[1] ou édiles. Mais on a des exemples de fonctions spéciales créées à cet effet. Ainsi la colonie d'*Alba Fucentis*, l'ancienne ville des Marses, située près du lac Fucin, avait un *curator aquaeductus :* une pierre funéraire en fait mention :

D M S
M · MARCIO · M · F · FAB
IVSTO · VET · DIVI · HAD
EQVITI · CHO · VII · PR
IIII · VIR · AED · IIII · VIR · I · D
CVRATORI · ANNON
CVRATORI · AQVAEDVCTV
.....

Nous trouvons aussi un *aquae curator* à Telesia :

C · MINVCIVS · C · F · FAL · THERMVS · PR · II VIR
BIS AQVAE CVRATOR, etc. [3]

Un autre à Formies, *curator aquarum.*

L · VARRONIO L · F ‖ PAL · CAPITONI.....
II VIRO QVINQVEN ‖ CVRATORI AQVARVM. [4]

1. Je dis *duumvirs* tout court plutôt que *duumvirs quinquennales*, bien qu'il soit d'usage d'assimiler ces magistrats quinquennaux aux censeurs de Rome, et de leur rapporter par conséquent la charge des eaux. Il faut prendre les *quinquennales*, non pour des magistrats spéciaux nommés pour 5 ans, mais pour les duumvirs eux-mêmes qui tous les 5 ans avaient à opérer le cens, et à cause de cela prenaient alors le titre de *quinquennales* pendant leur année de charge.

2. Mommsen, I. N., 5630.

3. *Ibid.*, 4874.

4. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 313.

A Ostie, un *patronus coloniae*, C. Nosennius Marcellus, parmi les autres fonctions municipales, avait eu celle de *curator operum publicorum et aquarum*[1].

A Castelli, dans la Germanie inférieure, se trouve la mention d'un Carantinius Maternus, *praefectus aquae*, dans l'inscription dédicatoire d'un nymphée.

IN · H · D · D || DEABVS · NIM || PHIS · SIGNA · ET || ARAM · C · CA ||
RANTINIVS || MATERNV || S · PRAEFECTVS · AQVE || V · S · L · M[2]

On trouve enfin la dénomination de *tribunus aquarum* gravée sur une pierre à Tibur.

T · SABIDIO · T · F · PAL
MAXIMO
SCRIBAE · Q · SEX
PRIM · BIS · PRAEF
FABRVM PONTIFICI
SALIO CVRATORI
FANI HERCVLIS V
TRIBVNO AQVARVM[3]

On ne sait s'il faut regarder tous ces *curatores aquarum* provinciaux comme des fonctionnaires municipaux, ou si quelques-uns d'entre eux relevaient du gouvernement impérial. A Lyon, aucune inscription ne révèle de fonctionnaire ainsi désigné. Il est pourtant difficile de croire que le service compliqué des quatre aqueducs n'ait pas été dirigé par un administrateur spécial. D'autre part, d'après tout ce qui a été dit déjà de la façon dont cette ville était devenue métropole des Gaules, résidence des princes, second centre de l'empire, foyer de la vie politique,

1. Henzen, 6709.
2. Henzen, 7148.
3. Henzen, 7149. Borghesi pense qu'à partir d'une certaine époque, vers le IIIe siècle, ce titre de tribun avait été pris par un assez grand nombre de fonctionnaires des villes.
Cf. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 313.

financière et commerciale des provinces d'Occident ; quand on réfléchit à quel degré s'y exerçait l'influence personnelle des empereurs, combien d'établissements y ressortissaient à leur pouvoir direct, combien de monuments ils y avaient fait élever, parmi lesquels en première ligne les aqueducs ; si l'on se dit enfin que c'est pour l'agrément de leurs palais qu'ils avaient fait construire ceux-ci, on ne peut guère songer, pour la direction du service des eaux, qu'à un fonctionnaire impérial, curateur ou procurateur. Et quant à la composition de ce service, sans avoir autant de rouages que la *statio aquarum* de la capitale de l'empire, il fonctionnait vraisemblablement d'une manière analogue, avec une famille d'esclaves publics, des fontainiers distributeurs et gardiens, des niveleurs, des secrétaires, des inspecteurs et au moins un architecte.

Comme à Rome aussi, le magistrat chargé des eaux devait avoir en main des registres (*commentarii*), contenant la statistique complète des sources, des ruisseaux afférents, des travaux d'art, des châteaux d'eau, des débits, de la canalisation et du personnel. Dans d'autres livres (*acta*) se trouvait consigné l'état quotidien de la distribution, de l'entretien, de la dépense et des revenus. Enfin des plans, tracés sur parchemin ou gravés sur le bronze (v. ci-dessus, p. 347), figuraient les tracés des aqueducs avec leurs diverses ramifications.

§ III. — **Lois et règlements**[1].

Si le texte de Frontin est précieux à bien des égards, c'est peut-être avant tout en ce qui concerne les documents législatifs de l'administration des eaux. C'est presque un *corpus juris aquarum* qui est contenu dans les dernières pages de son commentaire[2]. En voici les principales dispositions, qui assurément ont dû être appliquées aussi dans les provinces. Frontin les classe sous deux

1. Il ne s'agit ici que d'un simple aperçu : une étude méthodique et détaillée demanderait une compétence juridique que ne possède pas l'auteur de ce volume.

2 Du n° 94 à la fin, n° 130

chefs juridiques : *jus ducendae aquae* et *jus tuendae aquae* [1] ; les unes concernent le parcours de l'eau et sa distribution, les autres la protection des aqueducs.

I. — Concessions.

Sous la République. Régime sans concessions privées. — L'auteur rappelle d'abord qu'autrefois à Rome l'eau n'était octroyée à aucun citoyen en particulier, mais qu'on s'approvisionnait aux bassins et fontaines publiques en venant y puiser : personne n'avait le droit de canaliser cette eau ; seul le trop-plein pouvait être capté : « *Ne quis privatus aliam ducat, quam quae ex lacu humum accedit.* » Encore cette eau n'était-elle accordée que pour les bains et les ateliers de foulons, et moyennant une redevance au trésor public [2]. Comme il fallait que cette eau fût recueillie propre, les édiles curules étaient chargés de désigner dans chaque quartier deux citoyens, propriétaires ou simples habitants, comme préposés à la surveillance des fontaines [3].

Par exception, et pourvu qu'il y eût consentement de la part du public, quelques personnages de marque, en raison sans doute de services rendus à l'Etat, recevaient une partie de cette eau. Mais avant tout, c'était au public que l'on songeait, en lui laissant la faculté de puiser de l'eau à toute heure du jour et de la nuit, l'eau coulant sans interruption [4].

On peut se demander si cet usage de l'eau sans conduites privées ne s'est pas perpétué dans les provinces. Il est de fait qu'on trouve un ou deux exemples sous l'empire, d'eaux concédées par le conseil des décurions à quelques citoyens, *en vertu d'un privilège* [5], d'où résulte qu'on n'avait pas créé de réseau pour la distribution privée. Mais comme d'autre part, les fouilles de Pompéi, d'Ostie, de Tusculum, etc., n'ont pas laissé voir une seule maison pour ainsi dire, qui n'eût la jouissance d'un ou plusieurs jets d'eau, on peut en conclure que la distribution individuelle était, au moins

1. *De Aquis*, 94.
2. *Ibid.*
3. *Ibid.*, 97.
4. *De Aquis*, 103, « ... ut sine intermissione diebus noctibusque aqua fluat ».
5. Dans les villes de Suessa et de Thysdrus (Afrique). Orelli, 4047, Henzen, 5329.

dans les grandes villes de l'empire, toujours pratiquée. Pour Lyon, entre autres, il n'y a pas à hésiter.

Sous l'Empire. Concessions données en sauvegardant la primauté de l'intérêt public. Le souci de l'intérêt public ne s'atténua nullement du fait d'envoyer l'eau à des concessionnaires choisis. La pensée d'Agrippa, en dotant Rome de nouveaux aqueducs, ne se proposa d'abord pour but que l'abondance pour tous, et les concessions ne vinrent que lorsqu'il fut certain que le peuple n'en souffrirait pas. Il tint toujours au principe de l'eau coulant sans cesse et du trop-plein livré seulement par exception. Frontin y resta fidèle aussi, voulant maintenir la salubrité de la ville par des chasses continues d'eau pure dans les égouts[1]. Même souci subsistait dans les colonies, ainsi que l'atteste une prescription formelle contenue dans la *lex coloniae Genetivae*[2] ; pour obtenir l'eau du trop-plein, il faut non seulement l'autorisation des duumvirs, mais encore une délibération de l'ordre des décurions, quarante membres au moins étant présents : *Si quis colon* (*orum*) *aquam in privatum caducam ducere volet, isque at IIvir. adierit postulabit* (*q*) *ue, ut ad decurion. referat. Tunc is IIvir, a quo ita postulatum erit, ad decuriones, cum non minus* XXXX *aderunt, referto. Si decuriones m. p. qui tunc atfuerint, aquam caducam in privatum duci censuerint, ita ea aqua utatur, quot sine privat* (*i*) *injuria fiat, i. potest* (*as*) *que e* (*sto*).

Don et renouvellement des concessions. — Il a été dit, à l'occasion, que l'empereur s'était réservé, aussitôt après l'innovation d'Agrippa, le droit exclusif d'accorder les concessions contre un droit fixe, probablement par quinaire, dont nous ne connaissons pas l'importance. D'ailleurs, il se réservait la faculté d'en accorder quelques-unes gratuitement. Rappelons aussi que la concession accordée à vie prenait fin au décès du bénéficiaire.

1. « Impetrantur autem et eae aquae quae caducae vocantur, id est quae aut ex castellis aut ex manationibus fistularum affluunt, quod beneficium a principibus parcissime tribui solitum... Caducam neminem volo ducere nisi qui nostro beneficio aut priorum principum habent ; nam necesse est ex castellis aliquam partem aquae effluere, cum hoc pertineat non solum ad urbis nostrae salubritatem, sed etiam ad utilitatem cloacarum abluendarum. » (*De Aquis*, 110 à 111.)

2. C. I. L., II, 4539

Et l'on peut ici se demander quelle armée de contrôleurs et de bureaucrates il fallait pour tenir à jour cette comptabilité de reprises et de renouvellements perpétuels.

Une atténuation fut apportée cependant à ce régime de transmission. Quand plusieurs individus s'étaient associés pour avoir l'eau en commun, on laissait la concession subsister jusqu'au décès du dernier survivant[1]. De plus, l'empereur Nerva, réagissant contre l'excès de zèle intéressé des fontainiers qui, dès le jour de la mort, interceptaient l'eau aux héritiers, pour se faire payer un délai de tolérance de quelques jours, ou pour vendre cette eau à d'autres pendant ce même temps, l'empereur Nerva, disons-nous, décida qu'un sursis de trente jours serait accordé pour permettre aux intéressés de faire une nouvelle demande et d'attendre la réponse sans être privés d'eau dans l'intervalle[2].

Dans les provinces, il faut distinguer le cas où les magistrats municipaux jouissaient d'un pouvoir effectif étendu, et où il appartenait aux duumvirs, aux décurions, d'octroyer les concessions et d'en percevoir les bénéfices ; l'autre cas est celui de l'exploitation au nom de l'empereur, le cas de Lyon, si l'on se range à l'opinion soutenue dans ces pages : le légat de la province, représentant de l'autorité impériale, accordait l'eau sur la demande des intéressés, et le fonctionnaire chef du service administrait les revenus au profit de l'entretien des aqueducs.

Le prince avait un pouvoir discrétionnaire pour accorder la quantité d'eau qu'il voulait à tel ou tel usager. Les Quintilii, les Septimius Bassus faisaient découler des aqueducs publics une profusion d'eau qui eût presque suffi à alimenter un quartier de Rome. Plus tard, les souverains s'interdirent et interdirent à leurs magistrats des prodigalités de ce genre. A Constantinople, une constitution impériale de Gratien, Valentinien et Théodose décréta qu'un particulier, eût-il la demeure la plus somptueuse, n'aurait pas droit à plus de trois onces d'eau[3].

1. *De Aquis*, 109.

2. *Ibid.*

3. « Summas quidem domus si lavacris lautioribus praesententur, binas non amplius aeque undas, aut si hoc amplius exegerit ratio dignitatis, supra ternas neutique possidere ; mediocres vero et inferioris meriti domus singulis et semis contentos esse decernimus. »

Nous n'avons pas à revenir sur les prescriptions déjà examinées [1], en vertu desquelles il était interdit de prendre l'eau ailleurs qu'aux châteaux d'eau, et d'adapter au calice un tuyau de plomb de diamètre plus fort, avant une distance de cinquante pieds. Ces prescriptions étaient contenues dans un sénatus-consulte émis sur la motion des consuls Elius Tubéron et Paulus Fabius Maximus, en l'an II avant Jésus-Christ, soit 742 de Rome.

II. — Expropriations et servitudes.

Etendue restreinte du droit d'expropriation. Coude de l'aqueduc du Gier à Chaponost. — Le droit d'expropriation, antérieurement au dernier siècle de la République, était, à ce qu'il semble, assez mal défini. Tite-Live raconte qu'en l'an 573 (180 avant J.-C.) les censeurs durent abandonner un projet d'adduction d'eau, à cause de l'opposition d'un propriétaire au passage sur son fonds [2].

Frontin, sans préciser de date, signale le subterfuge usité depuis longtemps pour respecter jusqu'à un certain point le droit des particuliers. S'ils se montraient trop difficiles pour la vente d'une parcelle, on leur achetait tout le terrain, quitte à le revendre ensuite à d'autres, diminué de la bande nécessaire au parcours de l'aqueduc [3]. Des arbitres évaluaient la somme à payer pour l'expropriation.

La *lex coloniae Genetivae* formule nettement le droit d'expropriation par décret des décurions sur le rapport des duumvirs, réserve faite pour les constructions existant auparavant sur le parcours projeté [4]. Dans ce cas, on était obligé de faire un détour. Cette disposition expliquerait une particularité qu'on remarque à un certain endroit de l'aqueduc du Gier, aux arcades de

1. *De Aquis*, 106. (V. ci-dessus, p 338.)
2. Tite-Live, XL, 51.
3. *De Aquis* 128
4. « Quae aquae publicae in oppido colon. gen adducentur, IIvir, qui tum erit, ad decuriones, cum duae partes aderunt, referto per quos agros aquam ducere liceat. Qua pars major decurion. qui tunc aderunt dari decreverint, dum ne per it aedificium, quot non ejus rei causa factum sit, aqua ducatur, per eos agros aquam ducere ius potestasque esto, neve quis facito, quo minus ita ducatur. » (Cap. XCVIII.)

Chaponost [1]. A cinquante mètres environ avant l'arrivée au réservoir de chasse du siphon de Beaunant, la ligne d'arcades fait un coude brusque, un angle de 120° environ. On ne saurait guère accepter l'avis de ceux qui expliquent ce changement de direction par la nécessité d'amortir la vitesse avant d'arriver au réservoir, car d'autres moyens à la fois plus simples et plus efficaces auraient procuré cet amortissement. Le fait s'explique très bien, au contraire, par l'existence, très naturelle sur ce plateau, d'un domaine bâti qu'on a évité de couper, en faisant prendre à l'aqueduc une direction oblique, redressée ensuite par le coude en question.

Servitudes et droits divers. — Le droit d'exproprier ne s'exerçait pas pour les conduites de distribution. On était obligé de les faire passer sous la voie publique, à moins du consentement formel des particuliers dont on se proposait de traverser le terrain. En cas d'impossibilité absolue de faire autrement, on obtenait le consentement par une forte indemnité. Il est vrai que, souvent, les propriétaires faisaient à cet égard preuve de libéralité [2].

Inversement, il fallait l'autorisation spéciale de l'Etat ou de la cité pour qu'une conduite privée pût traverser le sol public [3]. Et il est clair aussi que les particuliers avaient à débattre entre eux, sans que les pouvoirs publics eussent rien à y voir, les conditions de passage de leurs conduites sur leurs terrains réciproques.

Si les propriétaires du sol où passaient les aqueducs avaient des droits, ils étaient à leur tour passibles de certaines servitudes, telles que la servitude de passage sur leurs domaines, au moyen de chemins et sentiers donnant accès à l'aqueduc pendant les réparations, et à plus forte raison, pendant la construction; celle de laisser prendre sur leur sol tous les matériaux que ce sol était susceptible de fournir, briques, sable, pierres, etc., le tout moyennant indemnités fixées par un arbitre équitable [4].

1. V. ci-dessus, p. 124.

2. Tel un certain Sennius Sabinus, d'Albinum : AQVAS. IVSQVE. EARVM. AQVARVM. TVBO. DVCENDARVM. ITA VT. RECTE. PRAEFLVERE. POSSINT. VICANIS. ALBINENSIBVS. D. S. D. (Orelli 199.)

3. *Bull. Inst.*, 1829, 175.

4. Frontin, 125. — Sénatus-consulte de l'an 11 avant J.-C.

Il va sans dire que, si les travaux causaient des dégâts chez les propriétaires, ceux-ci avaient un recours, soit contre l'Etat, soit contre l'entrepreneur, suivant les cas[1]. D'après l'édit municipal de Vénafre, que cite M. Lanciani, il faut que le propriétaire puisse aller et venir dans son domaine, sans être le moins du monde gêné par les travaux[2].

Il n'est pas question dans Frontin de la réquisition de main-d'œuvre auprès des propriétaires riverains. Mais il en a été dit quelques mots plus haut[3], et nous savons que, de tout temps, ces corvées ont existé pour les travaux publics, qu'il s'agît de l'entretien des routes ou de constructions diverses[4]. L'usage s'en répandit de plus en plus sous l'empire. A l'époque de Constantin, en retour de certaines immunités, les riverains sont tenus de procéder eux-mêmes au curage des aqueducs, sous peine de se voir confisquer leurs propriétés[5] : cette disposition formelle est contenue dans une ordonnance de cet empereur adressée à un *consularis aquarum*. Un autre rescrit impérial, de Gratien, Valentinien et Théodose, au préfet de la ville, enjoint à tous de concourir au rétablissement des ports et des aqueducs[6].

III. — Protection des aqueducs.

Bornes ou cippes. Jalons aux aqueducs de Rome. — Une mesure, dont le premier résultat fut de faciliter un entretien régulier, consista, aux aqueducs de Rome, dans l'établissement de cippes ou bornes numérotées qui, de deux actes en deux actes,

1. « Si per publicum locum rivus aquaeductus privati nocebit, erit privato actio ex lege XII tabularum ut de noxa domino cavcatur. » (Paul.)

2. « Ne ob id opus dominus eorum, cujus agri locive per quem agrum locumve, ea aqua is aquae ductus subit, invius fiat, neve ob id opus minus ex agro suo in partem agri quam transjicere, transferre, transvertere recte possit. » V. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 387.

3. V. ci-dessus, p. 371.

4. Cic. *Pro Fonteio*, VII. — *In Verrem, de Suppliciis*, XIX.

5. « ...Per quorum fines formarum meatus transeunt, ab extraordinariis oneribus volumus esse immunes, ut eorum opera aquarum ductus sordibus oppleti mundentur.. Quod si neglexerint, amissione possessionum multentur. » (V. Rondelet, *ouvr. cité*, p. 132.)

6. « Ad portus et aquaeductus instaurationem, omnes certatim, facta operarum conlatione, instare debent : neque aliquis ab hujuscemodi consortis dignitatis privilegiis excusari. » (*Ibid*., p. 136.)

c'est-à-dire tous les 240 pieds, plantées à quelques pas du canal, suivirent son parcours. C'est aussi la distance prescrite par Vitruve entre deux regards, et l'on en pourrait induire que les cippes marquaient la place des regards quand ceux-ci n'étaient pas surmontés d'une construction apparente, si l'on ne savait que cette règle de Vitruve était peu régulièrement suivie[1]. En tous cas, ces bornes indiquaient par leur numéro la distance exacte du point désigné à la ville, et l'*aquarius* qui avait à rendre compte de tout fait survenu le long du parcours, le localisait exactement par la simple mention des deux cippes successifs entre lesquels il l'avait remarqué.

On n'en a retrouvé qu'une trentaine, aux environs de Rome, dont la plupart au nom d'Auguste, trois au nom de Tibère, et deux au nom de Claude. Voici un spécimen de l'inscription qu'ils portent uniformément, avec la seule différence du numéro d'ordre et du nom de l'aqueduc.

IVL · TEP · MAR
IMP · CAESAR
DIVI F
AVGVSTVS
EX · S · C
LXXI *(numéro d'ordre).*
P · CCXL *(dist. fixe de l'un à l'autre).*

Bornes de protection. — On croit que l'érection de ces bornes, en tant que cippes-jalons numérotés, fut une mesure prise par Auguste seulement[2], que ses premiers successeurs se contentèrent d'en restaurer quelques-unes, mais que l'usage prévalut de ne plus y marquer de numéros, quelquefois même de ne rien y inscrire. Elles ne servirent plus que pour marquer la limite entre la propriété publique provenant de l'achat d'une bande de terrain tout le long de l'aqueduc, et les propriétés privées en bordure. Elles étaient à cet effet disposées deux à deux vis-à-vis l'une de l'autre, et à égale distance de l'axe, de chaque côté du canal :

1. V. ci-dessus, p. 290.
2. V. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 345.

toutefois ce dernier usage ne paraît pas avoir été constant. En tous cas, la bande de terrain marquée par la distance des bornes à l'axe avait été expropriée par l'Etat non pas seulement pour y installer la conduite et la surveiller librement, mais pour qu'elle fût une véritable zone de protection : en aucun cas, personne n'y pouvait faire passer un chemin, y planter, y semer ou y bâtir, en vertu du sénatus-consulte suivant rapporté par Frontin[1].

« Quod . A . Ælius . Tubero . Paullus . Fabius . Maximus . coss . v . f .[2] Aquarum . quae . in . urbem . venirent . itinera . occupari . monumentis . et . aedificiis . et . arboribus . conseri . Q . F . P . D . E . R . I . C[3] . ad . reficiendos . rivos . specusque . per . quae . et . opera . publica . corrumpuntur . placere . circa . fontes . et . fornices . et . muros . utraque . ex . parte . vacuos . quinos . denos . pedes . patere . et . circa . rivos . qui . sub . terra . essent . et . specus . intra . urbem . et . extra . urbem . si . continentia . aedificia . utraque . ex . parte . quinos . pedes . vacuos . relinqui . ita . ut . neque . monumentum . in . his . locis . neque . aedificium . post . hoc . tempus . ponere . neque . conserere . arbores . liceret . si . quae . nunc . essent . arbores . intra . id . spatium . exciderentur . praeterquam . si . quae . villae . continentes . et . inclusae . aedificiis . essent . si quis . adversus . ea . commiserit . in . singulas . res . poena . HS . dena . milia . essent . ex . quibus . pars . dimidia . praemium . accusatori . daretur . cujus . opera . maxime . convictus . esset . qui . adversus . hoc . s . c . commisisset . pars . autem . dimidia . in . aerarium . redigeretur . deque . ea . re . judicarent . cognoscerentque . curatores . aquarum[4]. »

1. *De Aquis*, 127.

2. « Verba fecerunt. »

3. Abréviation de la formule : « Quid fieri placeret, de ea re ita censuerunt. »

4. « Les consuls Q. Elius Tubéron et Paullus Fabius Maximus ayant exposé que les chemins réservés le long des aqueducs qui se rendent dans la ville sont occupés par des monuments, des édifices et des arbres, et ces consuls ayant demandé au Sénat ce qu'il lui plairait d'ordonner à ce sujet, il a été arrêté que, pour les réparations des canaux et de leurs voûtes, dont les dégradations mettent en souffrance les travaux publics, il sera laissé quinze pieds libres de chaque côté des fontaines, des arcades et des murs de substructions, et cinq pieds libres de chaque côté des conduits souterrains et des canaux qui, soit dans la ville, soit au dehors, sont contigus à des édifices, de sorte qu'on n'aura plus à l'avenir le droit de placer en dedans de ces limites ni monuments, ni maisons, ni arbres ; que tous les arbres qui se trouvent actuellement dans l'espace réservé seront arrachés, à moins qu'ils ne touchent à quelque habitation et ne soient enfermés dans les édifices. Quiconque sera en contravention à ce décret paiera, pour chaque délit, une amende de 10.000 sesterces, dont la moitié sera donnée comme récompense à l'accusateur qui aura le mieux prouvé les faits ; l'autre moitié sera versée au trésor. Les curateurs des eaux connaîtront des affaires de cette espèce, et les jugeront. » (Frontin, 127.)

Ce sénatus-consulte fut confirmé deux ans après (13 avant J.-C.), par une loi que votèrent les comices, sur la convocation du consul T. Quinctius Crispinus, et qui établit que « si le terrain qui doit rester libre est délimité autour des canaux, conduits, souterrains, voûtes, tuyaux, tubes, châteaux d'eau et bassins des eaux publiques amenant l'eau à Rome, nul ne pourra rien opposer, ni construire, ni enclore, ni fixer, ni établir, ni poser, ni placer, ni labourer, ni semer dans ce lieu, ni même y rien amener, si ce n'est pour les constructions ou les rétablissements autorisés ou exigés par cette même loi[1]. »

Cette règle paraît avoir été adoptée partout dans l'empire romain ; seule la largeur de l'espace réservé varia suivant les lois de chaque cité. Pour les aqueducs de Rome, il est même plus que probable que la distance de quinze pieds ou cinq pieds de la limite à l'axe, suivant l'un ou l'autre cas (canal hors de terre ou sous terre), ne fut pas toujours rigoureusement observée. Elle se rencontre exacte à l'aqueduc Trajana, d'après l'inscription suivante, trouvée en 1830, près de la route de Rome à Bracciano, à dix milles de la ville :

imp. CAESAR
divi NERVAE·F·*Nerva*
TRAIANVS *Aug*
GERM·DACIC
*pon*T·MAX·TR·POT·XIII
IMP·VI·COS·V·P·P·
AQVAM·TRAIANAM
PECVNIA·SVA
IN·VRBEM·PERDVXIT
EMPTIS·LOCIS
PERLATITVD·P·XXX[2]

1. « Si quis circa rivos, specus, fornices, fistulas, tubulos, castella, lacus aquarum publicarum quae ad urbem Romam ducuntur et ducentur terminatus steterit, ne quis in eo loco post hanc legem rogatam quid opponito, molito, obsepito, figito, statuito, ponito, conlocato, arato, serito neve in eum locum quid immittito, praeterquam quod hac lege licebit. » (*De Aquis*, 129.)

2. C. I. L., VI, 1260.

Encore ne pouvons-nous savoir d'après ce cippe si une distinction avait été faite entre les deux cas ; il semble plutôt que sur toute la longueur de l'aqueduc, qu'il fût souterrain ou apparent, régnait de chaque côté de l'axe une bande uniforme de 15 pieds. D'autre part, c'est $2^{m},60$ seulement (c'est-à-dire moins de neuf pieds au lieu de 10), qu'on a mesurés entre deux bornes de l'aqueduc *Marcia-Tepula-Julia*, près de la villa Negroni[1]. Enfin, près de la *Porta-Furba*, à 4 ou 5 kilomètres de Rome, où le triple aqueduc *Marcia-Tepula-Julia*, et le double canal *Claudia-Anio novus*, marchent parallèlement très proches l'un de l'autre, deux cippes ont été trouvés en 1905, l'un se rapportant au premier de ces deux aqueducs et portant l'inscription numérotée d'Auguste, l'autre qui marque l'espace réservé pour le second, et qui n'est pas gravé. Or, la distance de ces deux cippes aux axes des deux aqueducs était respectivement de 5 mètres et de $5^{m},35$, ce qui n'est qu'à peu près la distance fixée par le sénatus-consulte[2].

A l'aqueduc de Vénafre, la largeur totale était de 16 pieds, soit 8 pieds de chaque côté de l'axe du canal enterré.

IVSSV · IMP · CAESARIS
AVGVSTI · CIRCA · EVM
RIVOM · QVI · AQVAE
DVCENDAE · CAVSA
FACTVS · EST · OCTONOS
PED · AGER · DEXTRA
SINISTRAQ · VACVVS
RELICTVS · EST

1. C. I. L., VI, 1248.

2. V. un article de M. Lanciani paru en 1905 dans les *Notizie degli scavi*. — Cf. nos propres observations à ce sujet. *Nouvelles archives des Missions scientifiques*, t. XV, fasc. 2. 1907.

Cette distance de quinze pieds de chaque côté demeura cependant toujours inscrite dans les règlements. Constantin la prescrivit encore par une ordonnance adressée à Maximilien, et déjà citée. — « Praeterea scire eos opportet, per quorum praedia ductus commeat, ut dextra laevaque de ipsis formis quindecim pedibus intermissis arbores habeant. »

La loi paraît donc avoir été entendue dans un sens assez élastique en ce qui concerne la largeur prescrite : le prix des terrains traversés, la façon dont ils étaient habités et cultivés, tout cela jouait certainement un rôle important dans la fixation des limites.

La pierre de Chagnon. — Aucune des bornes de ce genre, à part la pierre de Chagnon [1], trouvée au bord de l'aqueduc du Gier, ne porte expressément les défenses formulées par les sénatus-consultes. C'est ce qui donne à cette pierre un si curieux intérêt. Je rappelle le texte de l'inscription qu'elle porte :

« *Ex auctoritate Imperatoris Caesaris Trajani Hadriani Augusti, nemini arandi serendi pangendive jus est intra id spatium agri quod tutelae ductus destinatum est.* »

Ce texte, d'un côté si explicite, est d'autre part incomplet pour nous, puisqu'il n'indique pas la largeur de la zone de protection. La place seule de la borne devait l'indiquer, et on ne connaît pas cette place exactement, car la pierre n'était plus debout quand on l'a retrouvée : elle avait glissé ou roulé, on ne sait pas du tout de combien de pieds ou de mètres. On ne peut donc faire que des conjectures sur le *spatium agri* désigné : était-il à peu près en conformité avec les prescriptions du sénatus-consulte, ou beaucoup plus large, limité au-dessus de l'aqueduc par ce que nous avons appelé la *tranchée supérieure* [2]? Je préfère là-dessus ne pas conclure.

On ne s'explique guère non plus comment il se fait que cette pierre soit un spécimen unique, et plus généralement que dans tout l'empire romain les bornes de protection, quelle que soit l'inscription qu'elles portent, soient si rares. Qu'au voisinage des endroits habités, elles aient peu à peu disparu, parce qu'on les aura utilisées pour la construction, cela se comprend. Mais dans les campagnes désertes ?... On ne les y trouve pas, dira-t-on, parce qu'elles sont enfouies, comme à Chagnon, où c'est le pur hasard qui a amené la découverte. Mais ce hasard aurait été plus fréquent si les bornes avaient été fréquentes. Ne vaudrait-il pas mieux

1. V. ci-dessus, p. 108.
2. V. ci-dessus, p. 211 et suiv.

penser qu'on ne les plantait qu'au voisinage des endroits où elles pouvaient être vues souvent, près des bourgs, ou des fermes, à la rencontre des routes? Elles auraient précisé, étant établies ainsi en un petit nombre de points choisis, la signification d'une haie ou d'un fossé régnant partout le long du canal et limitant le *spatium agri* réservé. Et ce serait la situation même de ces bornes, peu nombreuses par le fait même, qui expliquerait leur disparition presque totale. Elles se seraient offertes comme inévitablement à l'utilisation, après la ruine des aqueducs.

N'insistons pas là-dessus plus qu'il ne convient, et contentons-nous de remarquer que le nom d'Hadrien inscrit sur cette pierre de Chagnon pourrait fournir une présomption de plus en faveur de la construction de l'aqueduc du Gier sous son règne. En effet, ce texte ne renferme aucune prescription qui ne soit contenue dans la loi de Quinctius Crispinus, citée plus haut. Dès lors, pourquoi aurait-on attendu jusqu'au règne d'Hadrien[1] pour inscrire ce règlement le long de l'aqueduc si celui-ci était déjà construit sous Claude? En outre, nous voyons par ce même texte que l'administration impériale intervenait bien directement dans la surveillance et la protection de l'ouvrage.

IV. — Sanctions pénales.

Règlements de Frontin. — Afin de conjurer toutes les contraventions, toutes les fraudes, si faciles à commettre et commises si souvent, comme le déplore Frontin en maint endroit de son traité, les empereurs, les magistrats, le sénat et le peuple romain adjoignirent des sanctions variées à toutes lois et tous décrets concernant cette matière. Voici d'abord celles qu'a consignées Frontin, puis celles qui émanent des constitutions impériales.

1° Celui qui arrosait son terrain avec l'eau destinée au public perdait la propriété du sol[2]. Si l'on avait employé des esclaves à

1. Il est vrai que la partie de l'aqueduc le long de laquelle a été trouvée cette pierre, d'après nos propres raisonnements, a été construite postérieurement au reste. L'argument perd donc ici de sa valeur et l'on ne saurait y voir qu'une présomption à côté d'autres raisons bien plus probantes exposées au cours de la précédente étude.

2. *De Aquis*, 97.

cet ouvrage illicite, ces esclaves étaient confisqués. Ces dispositions furent confirmées par Arcadius et Honorius par ordonnance adressée à Asterius, comte d'Orient[1] (1er novembre 399).

2° Celui qui salissait à dessein l'eau jaillissant des fontaines publiques payait une amende de 10.000 sesterces[2].

3° Celui qui violait la zone réservée le long du parcours de l'aqueduc par des bâtiments ou des plantations devait payer pour chaque violation 10.000 sesterces. La moitié allait au dénonciateur, l'autre moitié au trésor public[3].

4° Frontin cite enfin[4] la loi votée par le peuple sur la motion de Quinctius Crispinus. Les dispositifs, au point de vue pénal, visent surtout les dégradations aux conduites et l'interception des eaux, et insistent sur la responsabilité du maître dont l'esclave a causé les dommages en question. Il faut remarquer la mesure de tolérance en vertu de laquelle on pouvait, dans certains cas, puiser de l'eau au canal. C'est une preuve que certains regards de la conduite étaient ouverts en permanence et accessibles.

« ...Quicumque . post . hanc . legem . rogatam . rivos . specus . fornices . fistulas . tubulas . castella . lacus . aquarum . publicarum . quae . ad . urbem . ducuntur . sciens . dolo . malo . foraverit . ruperit . foranda . rumpendave . curaverit . pejorave . fecerit . quominus . eae . aquae . earumve . qua . in urbem . Romam . ire . cadere . fluere . pervenire . duci . possint . quove . minus . in . urbe . Roma . et . in . iis . aedificiis . quae . urbi . continentia . sunt . erunt . in . his . hortis . praediis . locis . quorum . hortorum . praediorum . locorum . dominis . possessoribusve . aqua . data . vel . adtributa . est . vel . erit . saliat . distribuatur . dividatur . in . castella . lacus . immittatur . is . populo . romano . C. milia . dare . damnas . esto . et . qui . clam . quid . eorum . ita . fecerit . id . omne . sarcire . reficere . restituere . aedificare . ponere . et . celere . demolire . damnas . esto . sine . dolo . malo . atque . omnia . ita . ut . quicunque . curator . aquarum . est . erit . aut . si . curator . aquarum . nemo .

1. « Mansura poena in eos qui ad irigationes agrorum vel hortorum delicias, furtivis aquarum motibus abutuntur. » Cité par Rondelet, *ouvr. cité*, p. 138.

2 « Ne quis aquam oletato dolo malo ubi publice saliat. Si quis oletarit sesterciorum x milia multa esto. Oletato videtur esse olidam facito. » (*De Aquis*, 97.)

3. V. la citation ci-dessus, p. 390. (*De Aquis*, 127.)

4. *De Aquis*, 129.

erit . tum . is . praetor . qui . inter . cives . et . peregrinos . jus . dicit . multa . pignoribus . cogito . coerceto . eique . curatori . aut . si . curator . non . erit . tum . ei . praetori . eo . nomine . cogendi . coercendi . multae . dicendae . sive . pignoris . capiendi . jus . potestasque . esto . si . quid . eorum . servus . fecerit . dominus . ejus . HS . centum . milia . populo . det[1] . si . quis . circa . rivos . specus . fornices . fistulas tubulos . castella . lacus . aquarum . publicarum . quae . ad . urbem . Romam . ducuntur . et ducentur . terminatus steterit . ne quis . in . eo . loco . post . hanc . legem . rogatam . quid . opponito . molito . obsepito . figito . statuito . ponito . collocato . arato . serito . neve . in . eum . locum . quid . immittito . praeterquam . eorum . faciendorum . reponendorum . causa . praeterquam . quod . hac . lege . licebit[1] . opportebit . qui . adversus . ea . quid . fecerit . et . adversus . eum . siremps . lex . jus . causaque . omnium . rerum . omnibusque . esto . utique . uti . esset . esseque . opporteret . si . is . adversus . hanc . legem . rivum . specum . rupisset . forassetve . quominus . in . eo . loco . poscere . herbam . fenum . secare... curatores . aquarum . qui . nunc . sunt . quique . erunt . circa . fontes . et . fornices . et . muros . et . rivos . et . specus . terminatus . arbores . vites . vepres . sentes . ripae . maceria . salicta . arundineta . tollantur . excidantur . effodiantur . excodicentur . utique . recte . factum . esse . volet . eoque . nomine . iis . pignoris . captio . multae . dictio . coercitioque . esto . idque . iis . sine . fraude . sua . facere . liceat . jus . potestasque . esto . quominus . vites . arbores . quae . villis . aedificiis . maceriisve . inclusae . sunt . maceriae . quas . curatores . aquarum . causa . cognita . ne . demolirentur . dominis . permiserunt . quibus . inscripta . insculptaque . essent . ipsorum . qui . permisissent . curatorum . nomina . maneant . hac . lege . nihilum . rogator . quominus . ex . iis . fontibus . rivis . specubus . fornicibus . aquam . sumere . haurire . iis . quibuscunque . curatores . aquarum . permiserint . praeterquam . rota . calice . machina . liceat . dum . neque .

1. De *si quis circa* à *opportebit*, passage déjà cité, v. ci-dessus, p. 393, note 3.

puteus . neque . foramen . novum . fiat . ejus . hac . lege . nihilum . rogator [1]. »

En résumé, cette loi établit une amende de 100.000 sesterces contre ceux qui interceptent les eaux, et règle à ce sujet la procédure, qui est pareille pour ce dernier délit et pour la violation de la zone réservée, bien qu'il y ait une grande différence dans le taux de l'amende; le violateur de la zone de protection ne paie, en effet, que 10.000 sesterces, d'après le sénatus-consulte précédent [2].

1. « Quiconque, après la promulgation de la présente loi, aura méchamment et de propos délibéré, percé ou fait percer, rompu ou fait rompre les canaux, conduits, souterrains, voûtes, tuyaux, tubes, châteaux d'eau et bassins des eaux publiques qui sont amenées à Rome, ou aura empêché ces eaux, en tout ou en partie, de suivre leur cours, de se répandre, de couler, de parvenir, d'être conduites dans la ville, ou bien de jaillir, de se distribuer, et de se rendre dans les châteaux d'eau et bassins, soit à l'intérieur de Rome, ou dans les édifices qui sont ou seront contigus à la ville, soit dans les jardins ou dans les propriétés dont les maîtres ou les possesseurs auront obtenu ou obtiendront une concession, sera condamné à une amende de cent mille sesterces au profit du peuple romain Quant à celui qui aura commis un de ces délits furtivement, mais sans intention criminelle, il devra réparer, refaire, reconstruire, replacer toutes choses en leur premier état, et démolir sur-le-champ, et sans fraude, ce qu'il aura construit. A cette fin, celui qui est ou sera curateur des eaux, ou à son défaut, le préteur chargé de juger les différends entre les citoyens et les étrangers, devra recourir à une amende pécuniaire, ou à des gages, ou à la contrainte personnelle; et même le curateur, ou ce préteur, aura, en son propre nom, le droit et le pouvoir d'exercer toute contrainte, et de prononcer les peines pécuniaires, la tradition des gages ou la contrainte personnelle. Si quelqu'un de ces dommages est causé par un esclave, c'est le maître qui paiera au trésor public les cent mille sesterces. Si le terrain qui doit rester libre est délimité autour des canaux, conduits, souterrains, voûtes, tuyaux, tubes, châteaux d'eau et bassins des eaux publiques qui sont ou seront amenées à Rome, nul ne pourra, après la promulgation de la présente loi, rien opposer, ni construire, ni enclore, ni fixer, ni établir, ni poser, ni placer, ni labourer, ni semer dans ce lieu, ni même y rien amener, si ce n'est pour les constructions ou les rétablissements autorisés ou exigés par cette même loi. Celui qui enfreindra cette disposition sera soumis au même recours légal, et le droit et les fins de poursuite seront en toutes ces choses et pour tous, ce qu'ils seraient et ce qu'ils devraient être, si le contrevenant eût rompu ou percé un canal, ou même une voûte. Pour que rien n'empêche d'y faire paître des troupeaux, et d'y faucher le foin, il sera pourvu, par les soins des curateurs des eaux, maintenant et à l'avenir, à ce que près des sources, arcades, murs, canaux et conduits souterrains, situés dans cette délimitation, les arbres, vignes, buissons, épines, murs de clôture, plantations de saules et de roseaux soient enlevés, coupés, arrachés, déracinés, conformément aux ordres de ces mêmes curateurs, qui devront exiger des gages, ou prononcer une amende et la contrainte personnelle, droit et pouvoir dont ils useront avec équité. Quant aux vignes et aux arbres qui sont renfermés dans l'enceinte des maisons de campagne et des édifices, ou dans des murs de clôture, et quant aux murs eux-mêmes que les curateurs des eaux, après examen de l'affaire, auront permis de ne pas faire disparaître, et sur lesquels on aura inscrit ou gravé les noms des curateurs qui auront accordé cette permission, la présente loi n'empêche nullement qu'ils subsistent. Elle ne déroge en rien, non plus, à toutes les permissions accordées par les curateurs, de prendre ou de puiser de l'eau aux sources, canaux, conduits, soit souterrains, soit placés sur des arcades, pourvu que l'on n'emploie ni roue, ni calice, ni machine, et qu'il n'y soit pratiqué aucun puits, ni aucun percement nouveau. »

2. Je ne pense pas que les mots *siremps lex, jus, causaque* veuillent dire que la même peine sera appliquée : cela paraît signifier seulement qu'il y a même recours, même procédure. Il serait bien étrange que la nouvelle loi eût décuplé la peine que fixait le sénatus-consulte deux ans auparavant. Le texte, d'autre part, est tronqué à l'endroit

Constitutions impériales. — On cite parmi les constitutions impériales :

1° *Arcadius et Honorius à Flavianus*, préfet de la ville. — Il est question ici spécialement de l'aqueduc Claudia. Ceux qui perceront les parois de ce canal seront punis de la confiscation de leurs bâtiments et terres, et le fonctionnaire qui aura été de connivence avec le contrevenant, paiera autant de livres d'or qu'il y aura eu d'onces détournées (4 novembre 402)[1].

2° *Valentinien et Gratien à Fortunatien*, comte du domaine privé (*comes rerum privatarum*). — Une amende d'une livre d'or est infligée, par mesure d'eau prise indûment, à quiconque se sera servi d'un module plus grand que celui qui lui a été concédé[2].

3° *Gratien, Valentinien et Théodose à Cléarque*, préfet de la ville. — Le fonctionnaire qui n'a pas dénoncé un usurpateur paie 6 livres d'or[3] (22 juin 384).

4° *Zénon à Adamantinus*, préfet de la ville. — Le magistrat qui aura consacré à un autre usage public les fonds destinés aux réparations des aqueducs devra prendre à ses frais cette charge négligée.

5° *Zénon à Pontius*. — Les plantations d'arbres dans la zone réservée seront punies de la confiscation des fonds. Ce n'est qu'une confirmation des anciens règlements[4].

6° *Constantin à Maximilien*, consularis. — La négligence du

où il est question du pacage des troupeaux et de la récolte du foin sur la zone réservée. On ne sait donc pas au juste s'il est question d'une prohibition ou d'une concession. J'ai opté pour cette dernière conjecture, car l'herbe pâturée ou fauchée régulièrement ne pouvait faire aucun tort à l'aqueduc, la végétation inculte étant au contraire nuisible; et, d'autre part, le trésor pouvait, en affermant ce droit, y trouver quelque bénéfice.

1. « Ne quis Claudiam, interruptis formae lateribus atque perfossis, sibi fraude elicitam existimet vindicandam. Si quis contra fecerit, earum protinus aedium et locorum amissione multetur. Officium praetera, cujus ad sollicitudinem operis hujus custodia pertinebit, hac poena constringimus : ut tot librarum auri inlatione multetur, quot uncias Claudiae nostrae conniventia ejus usurpatas fuisse constiterit. » (Cité par Rondelet, p. 140.)

2 «... Si ultra licitum aliquem usurpare constiterit, per singulos obolos librae unius auri dispendiis ingravetur. » On ne sait au juste ce qu'est l'obole. Probablement une mesure d'eau, voisine de l'once. (Rondelet, p. 134.)

3. « Quod tibi paret officium sex librarum auri multa feriatur, nisi prodiderit usurpantes. » (Rondelet, p. 134.)

4. « Quod antiquis etiam constitutionibus interdictum esse dignoscitur. » (Rondelet, p. 146.)

propriétaire à nettoyer les canaux qui traversent sa propriété est punie de la confiscation des fonds [1].

7° *Arcadius et Honorius à Africanus*, préfet de la ville. — Perte de la concession pour celui qui a pris l'eau directement à la conduite, au lieu de la tirer du château d'eau [2] (28 mars 397).

Ces sanctions étant déterminées spécialement pour les villes de Rome ou de Constantinople, on ne peut affirmer que Lyon eût les mêmes contre ceux qui violaient les règlements relatifs à ses aqueducs. Mais le document de Chagnon est encore précieux ici, en ce qu'il nous montre que les prescriptions, au moins sur une des questions les plus importantes, étaient pareilles à celles de Rome. On peut en induire non à l'identité, mais à la similitude des autres prescriptions, ce qui amène à la similitude des sanctions. Ainsi le légat impérial, s'inspirant des mesures prises à Rome, ou même plutôt consultant à ce sujet directement l'empereur, devait prendre quand il le fallait, ou maintenir d'une manière fixe, des dispositions pénales dont les textes précédents nous donnent une idée suffisante.

§ IV. — **Reconstructions, revenus et frais.**

I. — Travaux de reconstruction.

Opportunité des travaux de restauration. — Nous avons vu, dans les paragraphes précédents, qu'à Rome le personnel des familles d'esclaves *(familia publica et familia Caesaris)* était chargé des réparations ; que dans certains cas les propriétaires eux-mêmes étaient tenus de les exécuter. Mais pour ces derniers, il ne s'agissait guère que des opérations de nettoyage [3]. Quant à la

1. Il est vrai que l'obligation du nettoyage était compensée par l'exemption des charges extraordinaires, ce qui rend un peu moins étrange ce procédé radical de la confiscation. « *Quod si neglexerint amissione possessionum multabuntur.* » (V. Rondelet, 132.)

2. « Quicunque ex aquaeductu magis quam ex castellis aquae usum putaverit derivandum, etiam id quod prius jure beneficii fuerat consecutus, amittat. » Cette tournure par *magis quam* rend la prescription un peu vague et faible.

3. Excepté quand le dommage survenu était le fait du propriétaire, sans intention criminelle. (Loi de Quinctius Crispinus, citée et traduite ci-dessus, p. 396.)

familia, elle s'occupait de la *tutela*, c'est-à-dire de l'entretien ordinaire, soit de la remise en état d'une arche endommagée, de la fermeture d'une ou plusieurs brèches occasionnées par quelque inondation, du relèvement d'une voûte affaissée en un point, etc. Afin de pouvoir parer rapidement à ces diverses avaries, une partie de la familia résidait hors de la ville[1]. Dans la ville il devait se produire souvent, ici une rupture de conduite, là une obstruction, plus loin une infiltration. Aussi le personnel y était-il toujours sur pied[2].

Mais il arrivait assez souvent que la famille ne pût plus suffire à la besogne. Le curateur des eaux se trouvait alors dans un certain embarras. Fallait-il se contenter de réparations provisoires, exécutées tant bien que mal par ce personnel surchargé de besogne, ou faire appel à des entrepreneurs spéciaux? On devait se mettre en garde contre les manœuvres intéressées des chercheurs d'affaires[3]. D'autre part il était nécessaire de s'y prendre assez à temps pour n'être pas obligé ensuite à des travaux trop considérables, devant être exécutés d'urgence. C'était là que le curateur des eaux donnait la mesure de sa capacité.

Il n'y avait pas à hésiter quand les concrétions commençaient à former des croûtes épaisses[4], quand les conduits, un peu partout, se désagrégeaient et occasionnaient des fuites[5], enfin quand des piliers d'arcades s'écroulaient[6], laissant le canal béant. Il fallait alors arrêter le cours de l'aqueduc par les vannes de décharge en amont et faire aussi vite que possible la réparation qui s'imposait. Si l'effondrement s'était produit aux abords de la ville, là où les arcs supportaient plusieurs aqueducs, on s'arrangeait pour disposer à la hauteur du canal interrompu des chenaux de plomb qui suppléaient à la partie démolie pendant qu'on relevait

1. « Ex his aliquas esse opportet extra urbem ad ea quae non sunt magnae molitionis, maturum tamen auxilium videntur exigere. » (*De Aquis*, 117.)

2. Omnes in Urbe... opera quaeque urgebunt (*Ibid.*).

3. « Non semper opus aut facere aut ampliare quaerentibus credendum est. » (*De Aquis*, 119.)

4. Limo concrescente, qui interdum in crustam duresci, iterque aquae coarctatur. (*De Aquis*, 122.)

5. *Ibid.*

6. *Ibid.*

l'ouvrage[1]. Mais en général on n'attendait pas que semblable accident se produisît. Les points faibles étaient signalés par les *aquarii* dont c'était la fonction, et le curateur avisait. Les travaux étaient exécutés de préférence au printemps et à l'automne, toutes choses étant disposées d'avance pour que dans tous les cas l'eau ne fût arrêtée que pendant le moins de jours possible[2].

Or, ces précautions ayant été pendant certaines périodes insuffisamment prises, les détériorations furent si nombreuses et si graves, que l'on dut reprendre et refaire à neuf plusieurs de ces grands et beaux aqueducs de Rome sur d'importantes fractions de leurs parcours.

Restaurations principales faites aux aqueducs de Rome. — Les premières grandes restaurations effectuées sous l'empire furent l'œuvre d'Agrippa, ainsi qu'en témoigne Frontin[3]. Elles eurent lieu entre les années 745 et 750, pour les aqueducs Julia, Marcia, Tepula et Anio[4]. En 750, Auguste fit graver au-dessus des arcades de la Marcia, via Tiburtina, la mention suivante :

IMP · CAESAR · DIVI · IVLI · F · AVGVSTVS
PONTIFEX · MAXIMVS · COS · XII
TRIBVNIC · POTESTAT · XIX · IMP · XIIII
RIVOS · AQVARVM · OMNIVM · REFECIT[5]

Le monument d'Ancyre, *Res gestae divi Augusti*, porte aussi, colonne IV, l. 10, 11 :

RIVOS · AQVARVM · COMPLVRIBVS · LOCIS
VETVSTATE · LABENTES · REFECI ·

1. Frontin (*De Aquis*, 124). « Remedia tamen sunt his difficultatibus : opus inchoatum excitatur ad libram deficientis ; alveus vero plumbatis canalibus per spatium interrupti ductus rursus continuatur. » Le mot canalibus indique bien qu'il ne s'agit pas de tuyaux mais de chenaux découverts assez larges, en plomb ou en bois garni de plomb.

2 *Ibid.* 122. « ...Maxima cum festinatione, ut scilicet ante praeparatis omnibus, quam paucissimis diebus rivi cessent. »

3. *Ibid.*, 124 : en vertu d'un sénatus-consulte, cité par l'auteur.

4. Le sénatus-consulte nomme les aqueducs dans cet ordre. On peut s'étonner de ce que moins de 30 ans aient suffi pour détériorer gravement l'aqueduc Julia. Il faut probablement expliquer cela par les dommages des canaux Tepula, Marcia et de leurs arcades, auxquelles la Julia avait apporté une forte surcharge : d'où dislocation de l'ensemble.

5. C. I. L., VI, 1244.

En l'an 46, c'est Claude qui fait refaire entièrement les arcades de l'eau Virgo, que la négligence de son prédécesseur Caligula avait laissé s'effondrer, vers les jardins de Salluste. Au-dessus d'une ancienne voie de la septième région, sur une arche monumentale, se voit en double l'inscription par laquelle Claude voulut rappeler son œuvre :

TI · CLAVDIVS · DRVSI . F · CAESAR · AVGVSTVS · GERMANICVS
PONTIFEX · MAXIM · TRIB · POTEST · V · IMP · XI · P · P · COS · DESIG · IIII
ARCVS · DVCTVS · AQVAE · VIRGINIS · DISTVRBATOS · PER · C · CAESAREM
A FVNDAMENTIS · NOVOS · FECIT · AC · RESTITVIT [1]

En 79, Titus fit restaurer le canal de la Marcia, endommagé par la vétusté ; il ajouta même, sur l'inscription que l'on voit toujours via Tiburtina (porte San Lorenzo, près de la station du tramway de Tivoli), que cette eau n'arrivait plus à Rome. Il est probable qu'une inondation avait emporté quelque ouvrage, et qu'on en profita pour refaire en entier ce que le temps avait délabré.

IMP · TITVS · CAESAR · DIVI · F · VESPASIANVS · AVG · PONTIF · MAX ·
TRIBVNICIAE · POTESTAT · IX · IMP · XV · CENS · COS · VII · DESIGN · IIX · P · P ·
RIVOM · AQVAE · MARCIAE · VETVSTATE · DILAPSVM · REFECIT
ET · AQVAM · QVAE · IN · VSV · ESSE · DESIERAT · REDVXIT [2]

Ce même aqueduc Marcia fut de nouveau repris par Caracalla sur plusieurs sections de son parcours ; des travaux furent faits aux sources. Un nouveau contingent capté permit d'alimenter, sous le nom d'eau *Antoniniana*, les thermes construits par cet empereur. L'inscription mentionnant ces travaux est ainsi conçue :

Imp . Caesar . M . Aurelius . Antoninus . Pius . Felix . Aug Parth . Maxim
Brit . Maximus . Pontifex . Maximus
Aquam . Marciam . variis . casibus . impeditam . purgato . fonte . excisis . et . perforatis
Montibus . restituta . forma . adquisito . etiam . fonte . novo . Antoniniano
In . sacram . urbem . suam . perducendam . curavit [3]

1. C. I. L., 1245.
2. *Ibid.*, VI, 1252. V. ci-dessus, p. 24.
3. *Ibid* , 1246.

De nouvelles reprises à cet aqueduc eurent encore lieu sous Dioclétien, en l'an 305, et sous Arcadius et Honorius.

L'inscription de Caracalla ci-dessus semble bien indiquer des changements de parcours que les travaux de restauration firent subir à l'aqueduc, puisqu'il y est question de montagnes perforées, sans doute pour raccourcir le trajet. Des opérations semblables avaient eu lieu déjà sous Domitien pour l'aqueduc Claudia, sous la direction de l'entrepreneur Paquedius Festus [1], qui avait creusé un tunnel sous le mont Affliano. Les raccourcissements étaient aussi obtenus par des traversées de vallées qui évitaient les contours [2] : aux tunnels succédaient des arcades. D'après M. Lanciani [3], l'Anio vetus, au temps de Frontin, ne traversait pas la vallée de San Giovanni sur le beau pont à double rangée de dix-neuf arcades qui fait suite à un passage souterrain sous la colline Faustinienne : ce pont aurait été construit au temps d'Hadrien, en même temps que l'eau du canal était amenée par une dérivation à la célèbre villa de cet empereur [4].

Procédés et aspects variés des restaurations suivant les époques aux aqueducs de Rome. — Un certain nombre de ces importants travaux, spécialement pour les aqueducs Claudia et Anio novus, furent plutôt des consolidations par renforcements ou soutènements que de véritables reprises d'œuvre. C'est ainsi que les arcades de la Claudia, près du croisement des routes de Castelmadana et de Ceciliano [5], ont été construites d'abord en pierres de taille : on a plus tard renforcé leur masse par des revêtements de briques. Des garnissages analogues, faits après coup, se rencontrent en beaucoup d'endroits : les uns datent des Flaviens, d'autres du temps des Sévères ; d'autres enfin, beaucoup plus grossiers, des derniers siècles de l'empire.

1. V. ci-dessus, p. 291.

2. On pourrait invoquer cet argument pour prouver que le siphon de Chagnon à l'aqueduc du Gier (v. p. 210-211) est postérieur au contour dans la vallée. Mais il est probable que l'on n'adoptait un parcours différent que lorsque, le parcours primitif étant endommagé, le raccourcissement offrait un avantage économique sur la réparation. Il ne saurait en être de même pour la construction d'un siphon. Au surplus, nous avons énuméré toutes les autres raisons qui militent en faveur de la succession inverse.

3. *Ouvr. cité*, p. 47.

4. L'appareil réticulé du pont est pareil à celui qu'on voit presque partout à la villa d'Hadrien, M. Lanciani le constate. Les caractères distinctifs en sont donc assez nets pour que j'aie pu les reconnaître aussi aux ouvrages de l'aqueduc du Gier.

5. V. Lanciani, *ouvr. cité*, p. 137.

Certaines arcades ont été soutenues par des arcs-doubleaux en briques de plus de deux mètres d'épaisseur à la clef. Belgrand est d'avis[1] que ces renforcements n'étaient nullement nécessaires. Les remarquables travaux d'adduction d'eau qu'il a exécutés pour la ville de Paris lui ont donné l'occasion de remarquer que les aqueducs supportés par des arcades éprouvent, par l'effet des variations de température, de légères avaries qui se manifestent par des fissures et des fuites d'eau : ce sont, en général, en hiver, des fissures transversales qui s'ouvrent tous les 12 ou 15 mètres et en été, des fissures longitudinales çà et là dans les parois latérales. Les arcs-doubleaux étayaient probablement des arches fissurées transversalement. Les Romains, ajoute Belgrand, croyaient sans doute que ces fentes, dues en réalité à des variations de température, provenaient d'une insuffisance d'épaisseur des voûtes, ce qui est une erreur ; elles ne pouvaient compromettre la solidité d'un aqueduc aussi fortement appareillé que la Claudia. Il aurait donc suffi de les obturer au ciment, chaque fois qu'elles se rouvraient ou qu'il s'en ouvrait de nouvelles ; ne venant pas d'une faiblesse de construction, elles n'auraient jamais dégénéré en larges crevasses.

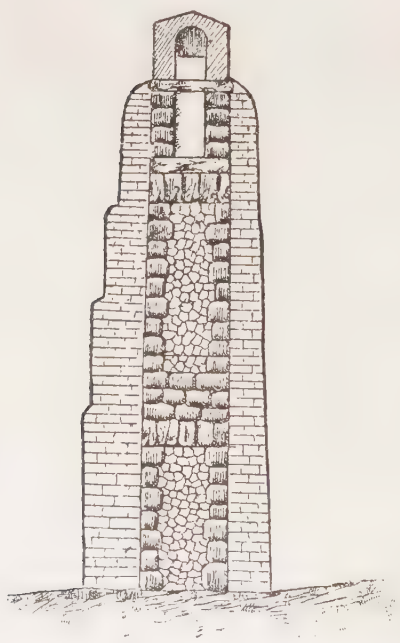


Fig. 130.

Il faut croire cependant que la stabilité des voûtes de l'aqueduc Claudia parut aux Romains bien compromise, puisque non seulement ils établirent à l'intrados une première contre-voûte, mais qu'ils durent souvent en ajouter une seconde. Ces voûtes accessoires s'appuyaient sur deux contre-piliers. A partir des Sévères, au IIIe siècle, et surtout au IVe, on se mit à combler entièrement les vides par des massifs de murailles, blocages formés de toute espèce de matériaux : tuiles, moellons informes, tronçons de colonnes, dalles,

1. *Ouvr. cité*, p. 52.

plaques de marbre multicolore, etc.; le tout enveloppé de gros blocs de travertin ou de tuf, avec revêtement extérieur de briques, renforcé du sommet à la base par des recoupes successives (fig. 130), surtout du côté vers lequel l'ouvrage avait subi une inclinaison [1].

Il est facile de distinguer, dans la plaine de Roma-Vecchia, près de la Porta-Furba, d'après l'aspect de ces restaurations, les époques où elles furent opérées. Celles des Flaviens se reconnaissent à la perfection de l'appareillage et à l'élégance de la conception architectonique; au contraire, les soutènements énormes qui contre-boutent les arcades sont les indices d'un temps où l'on ne se soucie plus de l'élégance. Encore maîtres du monde, les Romains semblent ne plus vouloir faire étalage que de leur force colossale, en entassant des cubes gigantesques de matériaux informes.

Restaurations aux aqueducs de Lyon. — Les restaurations paraissent avoir été beaucoup moins nombreuses et importantes aux aqueducs de Lyon, même toute proportion gardée. Aux trois premiers, qui sont constamment en sous-sol, ou à peu près, il est à la vérité difficile de distinguer les parties primitives des parties refaites. A l'aqueduc du Gier, au contraire, on peut estimer qu'à tous les ponts où l'appareil réticulé se mélange au petit appareil à joints horizontaux, ce dernier provient d'une restauration; cette différence est très visible, en particulier au pont de Langonan, près de Saint-Chamond [2]. Il est plus difficile de dire si ceux qui, en petit nombre, ne laissent pas voir de réticulé, sont des ouvrages reconstruits; mais la chose est possible. Quant aux contreforts et soutènements, en l'état où sont les ruines, on n'en voit plus aucun, à part les obturations d'ouvertures longitudinales aux ponts de Beaunant et du Garon. A ce dernier, Delorme [3] avait vu contre deux des piles « deux espèces de buttes en glacis, aussi hautes

1. Les renforcements sont plus épais en général du côté Est de l'aqueduc, soit du côté gauche en regardant vers Rome. Cela prouverait que l'aqueduc penchait plutôt de ce côté, et en effet les amas de ruines rencontrés de distance en distance montrent que la chute s'est faite dans ce sens presque toujours. Cela tient-il à l'influence du vent, à la nature du terrain?... Je ne puis le déterminer.

2. V. ci-dessus, p. 100.

3. *Ouvr. cit.*, p. 50.

que le pont, en pierres plates semblables à celles du pont sur le Langonan. Si elles avaient joint les deux piles, dit-il, ce seraient de vrais piliers butants ; mais leur distance de plus d'un pied nous laisse dans l'incertitude sur leur utilité, à moins qu'elles ne se soient éloignées des piles par l'affaissement de leurs fondations. Il ne reste qu'une de ces piles, l'autre a été démolie cette année (1759) ». Il ne reste rien non plus de la seconde aujourd'hui. Flacheron dit[1] en avoir vu les fondations ; il a vu aussi d'autres fondations semblables au nombre de quatre au pont de Beaunant. C'étaient là des contreforts élevés après coup et sans liaison, donc assez maladroitement, et probablement à une basse époque. L'absence de grands entassements de matériaux de soutien ne prouve rien d'ailleurs sur le plus ou moins de durée de nos aqueducs, qui, étant moins élevés et moins massifs que l'aqueduc Claudia, n'en avaient pas besoin ; de plus, ils étaient construits sur un terrain exceptionnellement ferme, raison suffisante à elle seule pour justifier d'un nombre relativement faible de restaurations.

II. — Frais de construction.

Ces ouvrages immenses, comparables, nous l'avons assez constaté, aux plus parfaits des aqueducs modernes, exigeaient naturellement des frais considérables auxquels, à tout prendre, le coût des nôtres ne serait pas de beaucoup supérieur. En effet, quoique le prix de la main-d'œuvre et celui des matériaux fussent bien moins élevés à l'époque romaine qu'à présent, les Romains employaient pour leurs constructions une masse plus forte de matière ; et surtout en raison de la moins grande puissance, de la moins grande souplesse des machines, et de la moindre facilité de transports, il fallait une durée de construction plus longue, ou un nombre d'ouvriers plus grand, ce qui contrebalançait l'avantage du faible salaire individuel. De plus, et tout spécialement pour les aqueducs de Lyon, si l'on compare ce que représente en fait de prix l'emploi moderne de la fonte pour les grosses conduites et

1. *Ouvr. cité*, p. 53.

les siphons comparativement à l'emploi du plomb, on reconnaîtra que, quel que fût le bon marché de ce métal dans l'antiquité, les frais d'établissement des conduites forcées étaient certainement très supérieurs à ceux qui nous incombent, pour les travaux analogues.

Aqueducs de Rome. — Nous avons, par Frontin et par Pline, des renseignements sur ce que coûtèrent plusieurs grands aqueducs de Rome.

Frontin rappelle[1], d'après Fenestella, la somme qui fut allouée par le Sénat au préteur Marcius Rex pour la construction de l'aqueduc qui prit son nom et pour la réfection des anciens aqueducs *Appia* et *Anio vetus*. Malheureusement les manuscrits ne sont pas d'accord sur le chiffre. Le manuscrit du mont Cassin porte « *sestertium mine octingente* » *(sic)*, celui d'Urbain « *sestertium nunc octingente* ». A la lettre, ces deux leçons ne signifient rien. La première édition de Joconde donne « *sestertium mille et octogenties* » (*sic*), la deuxième « *sestertium iiij et octingenties* » (80.400.000). Enfin, l'édition de Poleni, suivie par Rondelet, a « *sestertium iiij et octogies* » (8.400.000), ce qui à première vue est bien trop faible. Dederich, en corrigeant le barbarisme *octogenties* de la première édition de Joconde, adopte *millies octingenties* (180.000.000), ce qui à l'inverse est beaucoup trop fort.

On ne laisse pas d'être embarrassé en face de ces leçons diverses. De plus, la somme allouée par le Sénat correspond-elle exactement à ce qui a été dépensé? Cette somme a pu ne pas être atteinte ; plus vraisemblablement encore elle n'a pas suffi. Enfin, il s'agissait de plusieurs travaux : pour quelle part entrait chacun d'eux dans la somme? C'est ce qu'il est impossible de savoir.

Mais nous avons aussi le texte de Pline, qui concerne la Claudia et l'Anio novus[2].

« Erogatum in id opus (aquarum Claudiae atque Anionis novi ductus), sestertium quinquagies quinquies et quingentics (centena milia). »

Cette somme de 55.500.000 sesterces correspond pour la Claudia à 68.680 mètres de longueur de canal, et pour l'Anio

1. *De Aquis*, 7.
2. *Hist. nat.*, XXXVI, 24.

novus à 86.876 mètres. Sans nous engager dans une discussion sur la valeur réelle du sesterce, acceptons la valeur donnée par la table des monnaies romaines de Mommsen-Blacas, qui est de 0 fr. 253. On trouve ainsi que 55.500.000 sesterces équivalent à *14.041.500 francs*.

La Claudia et l'Anio novus cheminent ensemble sur une longueur de 10 kil. 508 mètres. Il faut donc retrancher de la somme des kilomètres de parcours ce chiffre qui, sans cela, figurerait en double. Cette déduction réduit la somme des deux parcours à 145.048 mètres. En divisant le coût total par cette somme, on arrive à une moyenne de 96 fr. 80 par mètre, soit par kilomètre *96.800 francs*.

Aqueducs modernes. — Si nous comparons à présent ce prix de revient à celui de deux aqueducs modernes, le canal de la Dhuis et le canal de la Vanne qui alimentent Paris, nous constaterons :

Que la dérivation de la Dhuis, qui amène 20.000 mètres cubes par 24 heures, avec 169 kilomètres de parcours, a coûté *11.600.000 francs*, soit par kilomètre *68.600 francs*.

Que celle de la Vanne, créée pour conduire 80 à 100.000 mètres cubes, avec un développement de 174 kilomètres est revenue à *26.500.000 francs*, soit par kilomètre à *152.000 francs*.

Et que par suite, le prix du kilomètre courant des deux derniers aqueducs de Frontin est très voisin de la moyenne entre les prix de revient de cette unité de longueur aux deux aqueducs modernes.

Il est vrai que plus un aqueduc débite, plus ses dimensions augmentent, et naturellement plus son prix de revient est élevé [1]. Les dimensions et le débit des deux aqueducs antiques considérés étant assez rapprochés du débit et des dimensions de l'aqueduc de la Vanne, c'est avec le prix de ce dernier qu'il faut comparer le leur, qui en représente environ les 2/3.

1. Il faut compter que l'augmentation de prix est à peu près en raison des racines carrées des débits, toutes choses égales d'ailleurs.

Aqueducs de Lyon. — Le débit de l'aqueduc du Gier (24.000 m³) est un peu supérieur à celui de l'aqueduc de la Dhuis (20.000 m³). On peut estimer que ce dernier, pour un débit de 4 à 5.000 mètres cubes de plus, aurait coûté aux environs de 75.000 francs par kilomètre. En prenant le même rapport que plus haut, 2/3, on trouverait pour le prix de l'aqueduc du Gier *50.000 francs* par kilomètre, et pour ses 75 kilomètres 3.750.000 francs, ou sensiblement *4 millions*.

Mais il faut considérer que cet aqueduc comportait quatre grands siphons ; eu égard à la difficulté de ces ouvrages, à la somme représentée par l'énorme quantité de plomb qu'ils exigeaient, on ne sera pas au delà de la vérité en augmentant, à cause d'eux, le prix total de 1/3, et nous aboutirons ainsi au chiffre de *6 millions*.

Enfin, si nous calculons le prix de revient des trois autres aqueducs d'après celui-ci et proportionnellement à leur longueur respective, en tenant compte du nombre et de l'importance des travaux d'art de chacun, ainsi que du degré de perfection dans la construction ici et là, nous pourrons, par une évaluation sommaire et sans aucun caractère de rigueur, estimer à une dizaine de millions leur coût total[1].

Nous atteindrions ainsi pour le prix de revient total des quatre aqueducs du Mont-d'Or, de Craponne, de La Brévenne et du Gier un chiffre dépassant un peu *15 millions*[2]. Ce serait, à peu de chose près, le prix des deux aqueducs de Rome réunis, *Claudia* et *Anio novus*.

III. — Durée du travail.

Comme pour les prix de revient, nous sommes obligés, pour cette question, de nous tenir sur la réserve et de n'énoncer que

1. Ces chiffres d'estimation seraient :

Pour l'aqueduc du Mont-d'Or.....	1.500.000 fr.
— de Craponne.....	3.000.000 fr.
— de La Brévenne.....	5.000.000 fr.
	9.500.000 fr.

2. M Lanciani estime à 50 millions le coût total des neuf aqueducs romains existant à l'époque de Frontin. D'après les débits, les aqueducs de Lyon auraient donc coûté proportionnellement bien plus, mais cela à cause des siphons.

des probabilités, par analogie avec les dates qu'ici encore nous fournit Frontin.

L'aqueduc Appia exigea près de cinq ans, à ce qu'il semble, pour être construit en entier, puisque le censeur Appius Claudius, au lieu d'abdiquer, suivant l'usage, au bout de dix-huit mois, prolongea tant qu'il put la durée de sa charge[1] afin d'avoir l'honneur de l'achèvement.

On employa un peu moins de temps à la construction de l'Anio vetus, puisque le Sénat traita la question de son achèvement deux ans après le commencement des travaux[2]. Nous pouvons admettre une durée totale de trois ans.

L'eau Marcia exigea au moins six ans, puisque cinq ans après le début des travaux on disputait encore pour savoir si cette eau devait être conduite au Capitole[3].

L'activité d'Agrippa édifia en un an l'aqueduc *Julia*[4], et en moins d'un an l'aqueduc *Virgo*[5].

Commencé par Caligula en l'an 38, l'aqueduc *Claudia* ne fut achevé qu'en l'an 52[6], c'est-à-dire quatorze ans après, par Claude. Mais on estime qu'il y eut une interruption de deux ans, ce qui ramènerait à douze ans la durée des travaux. Frontin ne dit rien de la durée pour l'*Anio novus*.

Le plus court et le plus simple des aqueducs de Lyon, celui du Mont-d'Or, comprenant un travail d'art très important, le siphon d'Ecully, et de plus une quantité de captages de sources, a bien dû, malgré toute l'activité apportée à sa construction, demander un minimum de deux ans. Celui du Gier, le plus long et le plus compliqué, n'a guère pu être achevé en moins de sept ou huit ans. Les deux autres ont donc nécessité des durées de travaux intermédiaires entre ces deux limites. En l'absence d'autres données, ces conjectures sont au moins vraisemblables.

1. *De Aquis*, 5.
2. *Ibid.*, 6.
3. *Ibid.*, 7
4. *Ibid*. 8.
5. *Ibid.*, 9.
6. *Ibid.*, 13.

IV. — Source des fonds nécessaires.

Pour supporter de pareils frais, pour faire face à tous les engagements pris à l'égard des entrepreneurs ou des architectes chargés du travail, et mener ainsi à terme, sans interruption, des œuvres si considérables, quelles étaient les ressources des villes? A voir le grand nombre de cités, même de second ou de troisième ordre, pourvues d'eau par d'importants aqueducs, on se demande justement si toutes ont pu tirer de leurs uniques revenus les sommes considérables que ces travaux exigeaient. Rome, où affluaient les impôts levés sur les provinces, sur les pays conquis du monde entier, trouvait aisément dans le trésor public de quoi pourvoir à ces frais. D'autres villes, grâce à l'industrie et au travail de leurs habitants, malgré la forte part des revenus ainsi créés qu'accaparait la centralisation des impôts, pouvaient encore y suffire. Mais comment tant d'autres, peu commerçantes, peu actives, peu fréquentées pouvaient-elles se procurer le bien-être que donne une eau abondante, coûteusement captée et canalisée?

L'épigraphie nous éclaire à ce sujet. Non pas que les inscriptions relatives à ces dépenses soient très nombreuses. Mais en dépit de leur rareté, elles sont assez significatives pour résoudre la question.

Libéralités impériales. — C'est sous l'empire que les aqueducs se multiplièrent dans les provinces, et c'est à la libéralité impériale qu'ils furent dus très souvent. Citons-en quelques exemples.

A Brescia, une belle inscription monumentale, très simple, atteste la création d'un aqueduc par Auguste et Tibère :

DIVVS · AVGVSTVS
TI · CAESAR · DIVI
AVGVSTI · F · DIVI · N
AVGVSTVS
AQVAS · IN · COLONIAM
PERDVXERVNT [1]

1. C. I. L., 4307.

L'aqueduc de Scillace, par une formule encore plus concise, est attribué à la générosité d'Antonin le Pieux :

Imp.. Antoninus. Aug. Pius.. coloniae.. aquam dat[1].

C'est aux colonies que ce bienfait paraît être allé de préférence, et parfois à des colonies fort lointaines, comme en témoigne cette inscription de la colonie de Sarmizegetusa, en Dacie :

Imp · Caes · Divi · Traiani
Parthici · f · divi · Nervae · nep
Traian · Hadrian · Aug · Pont
Maximo · trib · potest · XVI · cos III · P.P
Aqua · inducta · colon · dacic · Sarmiz
Per · Cn · Papirium · Aelianum · legat · eius
pr. *pr.* [2]

D'autres fois, le fisc ne fournissait pas la totalité de la somme nécessaire ; il venait simplement en aide aux finances municipales, soit par une subvention promise et fournie d'avance, comme l'Etat le fait assez souvent chez nous, soit en donnant de quoi terminer des travaux interrompus faute de fonds. C'est le cas de la colonie de Jader, en Dalmatie :

IMP · NERVA · TRAIAN *us*. . . . . .
PONT · MAX · TR *ib* · *pot*. . . . . .
AQVAEDVCTVM · COLON. . . . . *s.p.perfecit*
IN · QVOD · ANTE · IMPEN *derant* . *iussu*
SACRATISSIMI · PRINCI *pis* . . . . . [3]

Mais, si cette sollicitude du maître s'étendait jusqu'à des villes presque inconnues, n'oublions pas que Rome, malgré toutes les ressources du trésor public, fut l'objet des mêmes mesures depuis

1. I. N., 78.
2. C. I. L., 1446.
3. C. I. L., III. 2909.

l'avènement de l'empire, et que le trésor personnel de l'empereur (le fisc), ou la libéralité de tel de ses ministres, comme Agrippa, intervinrent pour une part très importante, sinon pour la totalité, dans la construction des aqueducs Julia, Alsietina, Virgo, Claudia, Anio novus, Trajana et Alexandrina.

Dons de magistrats ou de simples citoyens. — Assez souvent, d'anciens magistrats des villes, riches citoyens, en reconnaissance des honneurs qui leur avaient été décernés, contribuaient à l'édification des aqueducs ou à leur réfection. Pour quelques-uns même, la dépense fut supportée en entier par ces riches bienfaiteurs. Ainsi, à *Vesunae* (Périgueux) :

L. Marullus . L. Marulli Arabi
Filius . Quir . Aeternus . IIvir
Aquas eorumque ductum
d. s. d [1]

A *Mellaria* (Fuente Oveiuna), en Espagne :

AQVAM · AVG
C · ANNIVS · C · F · QVIR
ANNIANVS · IIVIR . . .
. . . . . .
ex IIS · NVM*m*ORVM · TE
STAMENTO · *perduci* · IVSSIT [2]

A Porto-Torrès *(colonia Turritana)* :

T. Flavius . Iustinus . IIvir. Q. Aed . super. HS XXXV
quae . ab . hon . quinquennal . praesentia . pollicit
reip . intulit . lacum . a . fundamentis . pecunia . sua . fecit
sumptu . suo . aquam . induxit [3]

1. Orelli, 4019.
2. C. I. L., III, 2343.
3. Henzen, 7080.

Ailleurs, le patron de la cité, un de ces personnages influents de l'empire que les villes choisissaient pour défendre leurs intérêts, prenait la dépense à son compte. Ce fut le cas de l'île d'Arba, sur les côtes de Dalmatie :

NYMPHIS · AVG · SACRVM
C · RAECIVS · LEO · AQVAM · QVAM · NE
LVS · ANTIQVORVM · IN · CIVITATE
FVISSE · MEMINERIT · INVEN
TAM · IMPENDIO · EX · VOLV
NT · GRAECI · RVFI · C · V · PATRON
. . . . . DICAVIT
severo et POMPEIANO II · COS · VI · IDVS
(8 Novembre 173) NOV[1]

et de la ville de Pola, en Istrie :

L. Menacius L. F. vel
Priscus
equo . pub . praef . fabrum . aed
IIvir . IIvir . quinq . trib . mil
flamen Augustor . patron . colon
aquam Aug . in . superiorem
partem . coloniae . et . in . inferiorem
impensa . sua . perduxit . et . in . tutelam
ejus . dedit HS CCCC [2]

Il existe aussi des exemples de simples citoyens, non revêtus de dignités municipales, mais qui, désireux de laisser à leur patrie un grand souvenir de libéralité, ont fait les frais d'adduction d'eau. Par exemple, à *Ilugo*, dans la Tarragonaise (Santestaban del Puerto) :

1. C. I. L., III, 3116
2. Henzen, 6632.

Annia L . f . Victorina . ob
memoriam . M . Fulvi . Mo
derati . mariti . et . M . Fulvi
Victorini . f . aquam . sua . om
ni . impensa . perduxsit . fac
tis . pontibus . et . fistulis . et
lacus . cum . suis . orna
mentis . dato . epulo
dedicavit [1]

A *Igabrum* (Cabra) :

Aquam
Augustam
M. Cornelius. A. f. Novatus
Baebius . Balbus
praefectus . fabr
Trib . mil . leg . VI
Victricis . piae . feli
cis . flamen . provinc .
Baeticae perducendam
d . s . p . curavit . [2]

Trésor public des villes. — Enfin existe naturellement le cas où la ville supportait elle-même tous les frais. Ainsi, à Préneste :

A . Vibuleius L . F .
L . Statius . Sol . f .
duo . vir
balneas . reficiund
aquam . per . publicum
ducendam . d . d . s
coeravere [3]

1. C. I. L., II, 3240.
2. Notizie, mai 1880.
3. C. I. L., I, 1141.

et à Urbin :

C · VESIDIENO CN · F
BASSO · AED
IIII VIR · IVR · DIC
IIII VIR · QVINQ
PVBLICE
D · D
QVOD · AQVAM · NOVAM ,
CONQVIRENDAM · ET · IN · MVNICIP · PERDVCEND
ET · NYMPHAEVM · FACIEND
PEC · PVB · C [1]

Nous n'avons aucune inscription, aucun document officiel qui attribue explicitement au trésor de l'empereur les frais des aqueducs de Lyon. On peut donc être sur ce point de l'avis qu'on veut. J'ai suffisamment indiqué jusqu'ici ce qui me paraît rationnel en ce qui concerne l'administration impériale à Lugdunum pour n'avoir pas à insister. Attribuant aux empereurs et à leurs représentants directs la création des divers aqueducs, je ne puis croire que les finances municipales en aient supporté tous les frais : le fisc y a contribué pour la plus grande part, sinon pour la totalité. Il avait au surplus assez de moyens pour récupérer les avances faites de ce côté-là.

V. — Revenus des aqueducs.

Il est certain qu'à Rome, pendant les premiers siècles de l'empire, à part quelques exceptions provenant d'un privilège spécial octroyé par l'empereur, les concessions d'eau furent *payantes*, et comme il est naturel, proportionnellement au nombre de quinaires concédés. Ce revenu allait au fisc, puisque

1. *De Aquis*, 118. Domitien avait même accaparé ce revenu spécial ; l'équité de Nerva le rendit au trésor public.

c'était de l'empereur et des agents placés sous son autorité directe que dépendait la distribution. Au trésor public (*aerarium*) allait seulement le revenu provenant du droit aux eaux tombantes que recueillaient un certain nombre d'établissements définis vaguement par Frontin : « *loca et aedificia quae sunt circa ductus et castella aut munera aut lacus* »[1], probablement des bains et divers ateliers industriels, tels que ceux des foulons[2]. Ce revenu est évalué par Frontin à 250.000 sesterces (environ 63.000 francs), avec lesquels le trésor payait la *familia publica*, composée de 240 individus.

Mais ce profit était peu de chose par rapport à ce que rendaient les concessions privées. Donc, le fisc, malgré la charge qu'il assumait de l'entretien des aqueducs, châteaux et bassins, et de la fourniture du plomb, sans compter le salaire des 440 hommes de la *familia Caesaris*, percevait encore très probablement un beau bénéfice. Et le plomb ne lui coûtait guère, puisque tout le métal extrait des mines lui appartenait par droit régalien[3].

Ce n'est qu'à partir de la fin du IV^e^ siècle, sous Théodose et Valentinien, que l'autorité impériale se décida à ne plus tirer bénéfice de la vente des eaux. Voici en quels termes s'expriment ces deux princes dans une lettre adressée à Eutichianus, préfet du prétoire :

... « Ut nemo eorum, qui jus aquae possident, quacunque descriptione sustineat. Num exsecrabile videtur domos hujus almae urbis aquam habere venalem[4]. »

Le fisc à vrai dire n'y perdit rien, car il combla le vide par des impôts nouveaux levés sur le commerce ou sur certaines classes d'ouvriers[5]. Et à la décharge des empereurs des deux premiers

1. *De Aquis*, 118, etc. Voir la note 1 de la page précédente, où par contre il faut lire : *Orelli*, 3.317.

2. C'étaient autrefois les seules eaux concédées, et le trésor qui avait eu le bénéfice du droit payé, le conserva sous l'empire. « Et haec ipsa non in alium usum, quam in balnearum, unt fullonicorum dabatur. » (*De Aquis*, 94. V. ci-dessus, p. 383.)

3. Le fisc pouvait d'ailleurs se rémunérer de la fourniture de plomb par les revenus mêmes des concessions. (V. ci-dessus p. 376.) Mais il est difficile d'admettre que les finances particulières d'une ville, fût-ce de Lyon, aient pu acheter au trésor impérial le poids énorme de ce métal qu'exigeait l'installation de siphons comme ceux que nous avons décrits. Raison de plus pour regarder ces travaux comme des entreprises de l'Etat.

4 Constitutions impériales citées par Rondelet, p. 144.

5. « Ad reparationem aquaeductus hujus almae urbis omnia vectigalia quae collegi possunt ex universis scalis hujus inclytae urbis, et ex operariis qui *sizaceni* dicuntur, ad refectionem ejusdem aquaeductus procedere. » (*Ibid.*)

siècles, il est bon de rappeler combien de fois ils construisirent aux frais du fisc, totalement ou partiellement, de magnifiques et coûteux aqueducs. Il était assez naturel d'amortir par la vente des eaux le capital engagé.

Sur tout ce qui concerne les revenus des aqueducs de Lyon, leur perception et leur répartition, il faudrait, pour être fixés, être mieux renseignés que nous ne sommes sur le domaine respectif et les rapports des deux administrations, urbaine et impériale. Suivant la façon de voir adoptée dans tout ce qui précède, on peut considérer les choses par analogie avec ce qui se passait à Rome : une partie des revenus allant au trésor de la ville, lui permettant de payer le personnel d'esclaves mis à la disposition du fonctionnaire chargé des eaux, et en même temps de se rémunérer de sa part éventuelle dans les frais ; le reste allant au fisc qui en faisait le même usage qu'à Rome[1].

1. L'opinion énoncée dans ces dernières pages au sujet du droit payé au fisc par les concessionnaires n'est pas universellement admise. Il apparaît à plusieurs que l'expression de Frontin, *beneficium Caesaris*, les formules officielles, *ex indulgentia, ex liberalitate principis*, ne peuvent signifier que la gratuité du privilège, et que le rescrit de Théodose et Valentinien, cité plus haut (p. 417), qui traite d'*exécrable* le principe de la vénalité des eaux, exclut l'application de celui-ci sous les empereurs précédents. Mais, au contraire, on n'aurait pas eu besoin, semble-t-il, de condamner un système n'ayant jamais été en vigueur ; et, d'autre part, l'avantage, même taxé, de recevoir l'eau à domicile était à coup sûr, au moins comparativement à l'état de choses antérieur, une libéralité et un bienfait. Je me suis donc rangé à l'avis de M. Lanciani (*ouvr. cité*, p. 390) : « Par certo che anche coloro i quali impetravano acqua da Cesare dovessero pagare una tassa proporzionata al volume impetrato. » Un texte de Vitruve (VIII, 207) est d'ailleurs là pour en justifier : « Qui privati ducent in domos vectigalibus tuentur per publicanos aquarum ductus. » Dureau de la Malle (*Economie politique des Romains*, t. II, p. 475, et *Distribution et législation des Eaux*, p. 13 et suiv.), n'avait pas de doutes à cet égard. Il évaluait à 1.244.000 francs le bénéfice annuel ainsi perçu. (Cf. *Code Théod.*, XI, tit. XLII), la série des constitutions impériales mentionnées ci-dessus, et *Digeste* XIX, 1, 41 ; XXX, 1, 39.

CONCLUSIONS

A la fin de cette longue étude, il ne paraîtra sans doute pas inutile de rappeler les intentions qui l'ont dirigée et de jeter un coup d'œil d'ensemble sur le résultat obtenu. On peut, en se reportant aux questions posées dans l'Introduction, examiner les réponses qui y ont été fournies dans les divers chapitres de l'ouvrage et les résumer en quelques mots. La part étant faite des nouvelles certitudes établies, des probabilités formées ou accrues, et de ce qui reste encore d'indistinct ou d'ignoré, on verra jusqu'à quel degré les aqueducs antiques de Lyon, et peut-être ceux de l'empire romain en général, s'en trouvent un peu mieux connus.

Il s'agissait d'abord de faire une exacte reconnaissance des lieux, de contrôler les résultats précédemment acquis, de les compléter et de les rectifier au besoin. Je crois avoir déterminé les tracés, les sections et les pentes avec assez d'exactitude pour que les erreurs, s'il en subsiste, ne portent plus que sur des points de détail ; en ce qui concerne spécialement les parcours, seules quelques branches afférentes, au voisinage des origines, restent encore incomplètement connues ou hypothétiques[1]. Certaines erreurs sur les pentes[2], certaines théories hasardées sur l'existence ou le rôle de tel ou tel tronçon[3], sur la destination même de deux de nos aqueducs[4], ont été rectifiées. Le plus connu jusqu'ici des quatre, celui du Gier ou du Mont Pilat, l'était fort mal dans une de ses régions les plus intéressantes, aux alentours du

1. V. Ch. II, § II, p. 58, § III, p. 66, 67, 84. — § V, 96, 98, 100, 101.
2. II, § V, p. 106 et suiv.
3. II, § III, p. 72 et suiv. — III, § III, p. 210 et suiv.
4. II, § II, p. 57, etc. — II, §. III, p. 72 et suiv.

village de Chagnon : un nivellement opéré avec soin m'a permis d'y reconstituer avec assurance un double parcours, l'un par siphon, l'autre par conduite de niveau s'enfonçant dans la vallée [1]. A l'aqueduc du Mont-d'Or, le principe des prises d'eau accessoires a été vérifié, les emplacements de ces prises ont été marqués et leurs dispositifs décrits autant qu'on pouvait le faire sans avoir opéré de fouilles [2]. L'aqueduc de La Brévenne nous est apparu lui aussi, selon des présomptions plus fermes qu'auparavant et confinant à la certitude, comme enrichi par de nombreux apports de ruisseaux [3]. Quant au système de conduites sillonnant les montagnes d'Iseron et de Pollionnay, le voici à présent coordonné et ramené à l'unité, sa corrélation avec l'ouvrage d'art de Craponne étant bien établie au moyen du nivellement exécuté [4]. Un aperçu nouveau semble même s'être fait jour par la découverte, sur le plateau de Craponne, de cette sorte de pierrée recouverte qui a pu être un drain à la fois d'asséchement et d'approvisionnement [5].

Il était dit, dans l'Introduction, que l'étude de ces aqueducs pourrait être rendue d'autant plus intéressante que l'ōn chercherait davantage à la rattacher à l'histoire générale de la ville de Lyon, de ses origines et de son développement sous l'Empire romain. De là cet essai d'exposé préliminaire [6], qui n'aura pas été regardé comme un hors-d'œuvre si l'on y a observé l'intention dominante : suivre ce développement de la cité, voir s'il n'a pas été tout d'abord plus modeste et progressif que hardi et brusque, et marquer ses phases d'élans et d'apogées, dont les grands ouvrages tels que les aqueducs ont dû être les résultats et les témoins. Le rôle du fondateur Plancus et surtout celui de Marc-Antoine, premier gouverneur officiel des Gaules, après César, n'avaient-ils pas été parfois exagérés? En examinant la carrière de l'un et de l'autre à l'époque des débuts de la colonie lyonnaise, je suis resté convaincu que le temps, les circonstances, et probable-

1. I, § v, p. 96 et suiv. — III, § III, p. 208 et suiv.
2. III, § I, p. 151 et suiv.
3. II, § IV, p. 81 et suiv. — III, § I, p. 150.
4. III, § III, en entier et spécialement p. 77 et suiv.
5. III, § III, p. 76 et suiv.
6. I, en entier.

ment aussi l'intention, leur avaient manqué à l'un comme à l'autre pour remplir l'office de patrons tutélaires ; que les premiers progrès de la ville furent dus à l'énergie de ses citoyens, et que quelques années plus tard seulement, la politique à larges vues du nouveau maître des Romains et de son actif ministre sut profiter en grand de la situation exceptionnelle de cette cité prédestinée. Agrippa y fait travailler ses troupes, Auguste s'y installe à plusieurs reprises, et c'est alors que rapidement Lyon grandit en espace, en richesse, en hommes, en puissance. Le premier travail d'adduction d'eau qui y est exécuté — en raison de la topographie du pays, ce ne peut être que l'aqueduc du Mont-d'Or[1] — trop compliqué et trop coûteux pour une ville naissante livrée à elle-même, devenait une entreprise d'ordre normal grâce à un nombreux effectif militaire et à la subvention impériale. Le long règne d'Auguste était pour Lyon, devenu le centre de réunion des peuples de la Gaule, une période ininterrompue d'essor grandissant, expliquant la création d'un nouvel aqueduc — celui de Craponne, toujours d'après des considérations topographiques[2]. L'histoire de Lyon pendant le premier siècle est tellement liée à celle des empereurs, on voit si bien la ville favorisée par les uns, indifférente ou suspecte à d'autres, qu'il est difficile de ne pas faire coïncider les variations de sa fortune et de son activité avec ces oscillations de faveur, et de ne pas attribuer aux règnes qui rehaussèrent le plus la cité les aqueducs successivement construits. Claude est indiqué naturellement à l'exclusion des deux princes précédents, pour l'entreprise de l'aqueduc de La Brévenne. Des considérations d'architecture d'abord[3], des traits d'histoire biographique ensuite[4], un témoignage épigraphique enfin, celui de la pierre de Chagnon[5], toutes raisons qui intervenant isolément ne seraient peut-être pas suffisantes, prennent par leur association une force singulière pour faire attribuer à l'empereur Hadrien la construction du dernier des quatre aqueducs, celui du Gier. Il n'y a pas à dissimuler

1. I, § II, p. 15 et suiv., § II, p. 21
2. I, § II. *Ibid.*
3. II, § I, p. 240.
4. I. § IV. p. 34.
5. VI. § III. p. 393.

toutefois que malgré de bonnes probabilités nous n'en sommes pas ici à l'évidence, et que sur toutes ces questions subsiste une part d'incertitude destinée, nous l'espérons, à être dissipée par les découvertes archéologiques de l'avenir.

En étudiant le développement de la civilisation à Lugdunum, nous y avons vu naître des associations, des corporations ouvrières analogues à celles de Rome[1]. Comme à Rome même, elles ont été, selon toute vraisemblance, appelées à collaborer aux travaux publics et en particulier à la construction des aqueducs[2]. Nous avons pu nous rendre compte aussi, par des exemples pris ailleurs[3], par des textes de lois[4], enfin par l'organisation même de la province des Trois-Gaules[5], que l'armée romaine avait contribué à cette construction pour une part importante, et surtout au début[6]. Comme manœuvres étaient employés les indigènes, les esclaves et les prisonniers[7]. Quant au personnel directeur et conducteur des travaux, nous y avons distingué les ingénieurs ou architectes militaires[8], ceux qui sans appartenir à l'armée étaient attachés aux services publics[9] et, sous Hadrien, à la personne même de l'empereur[10], puis les entrepreneurs et ingénieurs libres traitant directement avec les magistrats[11], enfin le personnel technique subalterne aidant à la constitution des projets, aux études préliminaires et à la conduite des travaux[12].

Essayant de me mettre par la pensée à la place de ces ingénieurs chargés jadis de mettre en œuvre les moyens les plus pratiques pour l'adduction des eaux à Lyon, j'ai considéré les montagnes

1. I, § II, p. 19.
2. VI, § I, p. 372 et suiv.
3. *Ibid.*, p. 370 et suiv.
4. *Ibid.*
5. *Ibid.*, p. 372.
6. *Ibid.*
7. *Ibid.*, p. 374.
8. *Ibid.*, p. 367, 370.
9. *Ibid.*, p. 360, 362.
10. *Ibid.*, p. 373, et I, § IV, p. 34.
11. *Ibid.*, VI, § I, p. 361.
12. *Ibid.*, p. 373.

environnantes, compté et jaugé approximativement les ruisseaux qui les sillonnent et les rivières qui en découlent[1], et mieux compris ainsi le plan conçu par les Romains : drainer en quelque sorte l'eau de toutes ces montagnes, en commençant par les plus rapprochées, et multiplier les captages, de façon à ne rien laisser perdre de toute l'eau qui, sans détriment de la fertilité des campagnes, pouvait être recueillie pour la ville.

Après avoir suivi ces mêmes ingénieurs dans leurs opérations de nivellement[2] et défini leurs tracés comme il a été dit, j'ai été naturellement amené à étudier l'art avec lequel ils avaient su se servir des conduites forcées pour franchir les vallées. La manière dont le problème a été résolu nous a révélé chez eux, sinon une science théorique approfondie, tout au moins une connaissance pratique, étonnante pour cette époque, des phénomènes de l'hydraulique[3]. La recherche des précédents à ces curieux ouvrages dans les autres aqueducs antiques nous mettait sous les yeux l'exemple du siphon d'Alatri, antérieur de plus de deux siècles à ceux-ci, et nous prouvait la longue expérience des Romains en cette matière[4]. Le texte de Vitruve qui se rapporte aux siphons nous aidait à la solution de quelques côtés du problème et s'éclairait lui-même de cette comparaison[5] ; il nous faisait voir dans cet auteur le bizarre mélange d'un homme pratique très informé du détail, et d'un discoureur souvent bien vague, diffus, et, malgré toute la science qu'il paraît avoir possédée, capable d'incompréhensibles omissions dans ses exposés. Enfin, cette étude des siphons, conduisant à calculer les épaisseurs qu'il fallait donner aux tuyaux pour supporter les pressions mises en jeu, nous faisait constater d'une manière presque inattendue l'extraordinaire activité de production des mines antiques[6], et par là même le génie industriel suscité par les besoins de cette civilisation élégante qui faisait en premier lieu dépendre le bien-être d'une hygiénique propreté.

1. II, § I, p. 50 et suiv.
2. II, § II, p. 164 et suiv.
3. *Ibid.*, § III, p. 176 et suiv.
4. *Ibid.*, p. 194.
5. *Ibid.*, p. 179 et suiv.
6. II, § III, p. 205 et suiv.

L'étude des tracés et de leur particularité la plus remarquable, les siphons, vraie spécialité des aqueducs de Lyon, demandait à être suivie de l'examen des procédés de construction. C'est avec le traité de Vitruve à la main que j'ai cherché à reconnaître ces procédés sur place[1] : les éclaircissements obtenus ainsi sont fort inégaux, Vitruve étant tantôt prolixe, tantôt incomplet. La comparaison des quatre aqueducs entre eux et avec les aqueducs de Rome, d'après le commentaire de Frontin, l'ouvrage de M. Lanciani, et mes souvenirs personnels, a été en somme plus fructueuse. Les aqueducs de Lyon sont excellents pour voir de près cette méthode générale du blocage intérieur, caractéristique des monuments romains quand les gros blocs de pierre faisaient défaut. Je signale ici de nouveau combien exactement se sont vérifiées les observations de M. Choisy sur la confection de ces blocages, l'élévation de leurs parements, et la disposition des voûtes[2]. La parallèle avec les procédés modernes a été également utile pour préciser tout ce qui concerne les matériaux de liaison, chaux, mortiers, ciments et bétons. Nous avons vu quel rôle important y jouait le tuileau, brique pilée ou cassée, fournissant par divers mélanges bien dosés les équivalents de la plupart de nos mortiers de chaux hydrauliques et de ciments, remplaçant, même pour les Romains, l'usage de la pouzzolane qu'ils connaissaient, et leur permettant de fabriquer sur place presque toutes les qualités de matériaux agglutinants, depuis la chaux presque pure et les plus fins enduits jusqu'aux plus rudes et aux plus compacts bétons[3].

Mais ce qui était encore le plus frappant, c'était l'aisance avec laquelle ces ingénieurs et ces ouvriers, tout en demeurant fidèles aux principes généraux de leur art de bâtir, savaient se plier aux exigences de la région où ils exécutaient leurs ouvrages, et avec la même facilité qui leur faisait adopter dans certains pays le gros appareil de pierres de taille, s'accommodaient ici des petits fragments que leur offraient les roches dures et cassantes où ils enfonçaient leurs conduites[4]. Ainsi, par la liaison intime de tous

1. IV, en entier et spécialement § II, § III.
2. IV, § I, p. 222, 233, etc.
3. IV, §. II.
4. V, § II, p. 277 et suiv.

ces éléments morcelés se formaient des masses aussi homogènes et aussi puissantes que si l'on avait découpé dans des stratifications épaisses d'énormes blocs de rochers.

Ensuite est venue la recherche des conditions suivant lesquelles les eaux arrivaient et se distribuaient dans la ville. Ici nous ne trouvions aucune autre trace que celle de quelques grands réservoirs [1]. C'est par l'examen raisonné du texte de Frontin qu'on a pu se représenter d'une manière vraisemblable le départ des conduites dans les différentes directions et pour les divers usages. Sans nier que tel des réservoirs de Fourvière pût constituer le débouché principal et le terme d'un aqueduc, j'ai cherché à prouver que rien n'oblige de croire pour chaque adduction d'eau à un grand bassin, à une immense citerne terminus : l'organe essentiel de la distribution était le château d'eau, généralement de dimensions restreintes, et servant d'émissaire, soit pour des fontaines, des citernes, des bassins et des thermes, soit pour d'autres châteaux semblables au premier et publics eux aussi, soit pour d'autres encore plus petits, d'où se ramifiaient les canalisations particulières [2].

Avant de calculer le contingent de nos aqueducs, il était bon de savoir comment le débit était évalué par les Romains eux-mêmes pour d'autres aqueducs analogues. De là une étude sur les modules de Frontin [3] et sur le volume d'eau qui alimentait Rome [4]. Le calcul du débit pour l'aqueduc du Gier a été opéré à l'aide des éléments de l'un de ses siphons, et celui des trois autres par une évaluation comparée qui ne présente, il est vrai, rien de rigoureux.

L'alimentation en eau de la ville de Lyon au IIe siècle de l'ère chrétienne a été ainsi estimée à 75.000 mètres cubes environ par 24 heures. En supposant la population peu inférieure à celle d'aujourd'hui, l'abondance de l'eau pour chaque habitant aurait été celle que fournissent nos villes les mieux approvisionnées.

Restait enfin à rappeler comment, chez les Romains, était organisé le service des eaux : droit aux concessions, règlements administratifs, entretien et surveillance, revenus et dépenses [5]. Il

1. *Ibid.*, § I, p. 319 et suiv., 321 et suiv.
2. *Ibid.*, p. 311 et suiv., 319 et suiv.
3. V, § II, p. 327 et suiv.
4. V, § II, p. 334 et suiv.
5. VI, § III, p. 382 et suiv.; § IV, p. 394 et suiv.

était légitime de supposer une grande analogie entre l'organisation à Lugdunum et celle qui fonctionnait à Rome. L'indécision ne subsiste guère que sur un point : de quelle autorité dépendait directement ce service? Les inscriptions, les documents divers ne nous donnent rien là-dessus de péremptoire. Mon opinion personnelle, fondée sur des raisons que je crois persuasives, mais qui n'ont pas un caractère de certitude, est que, de même que le pouvoir impérial s'était chargé de la construction de ces aqueducs et en avait fait les frais, au moins pour la plus grande part, de même la gestion en était confiée à des fonctionnaires relevant du légat de la province plutôt que des magistrats municipaux[1].

D'une semblable étude ne doit-il pas résulter une impression d'ensemble qui en fasse ressortir l'unité? Un peu mieux renseignés sur l'adduction des eaux à Lyon, il me semble que nous y avons gagné surtout de voir le génie romain en action, achevant, ou plutôt mettant en valeur par la force pacifique l'œuvre guerrière du conquérant. Nul exemple ne devrait paraître plus instructif et plus noble que celui de cette ville naissant après la guerre, pure de sang versé au milieu de ce territoire où se sont livrées les grandes batailles. Etablie au confluent de deux grands fleuves, fécondes artères où circulera la richesse, elle devient vite le cœur du pays. De là partent jusqu'aux plus lointaines frontières de la Gaule de grandes routes droites qui étendent le rayonnement de la paix, et à l'extrémité desquelles veillent les armées. Cependant, il faut activer dans cette cité la vie et la force. Les architectes, les ouvriers y accourent : l'eau jaillit des montagnes voisines et vient l'abreuver de flots limpides. Les peuples de la Gaule se rassemblent au pied de ses murs ; et si, domptés et dociles, ils ont oublié leur fière liberté de jadis, ils apprennent du moins à l'école de la grande nation la puissance du travail robuste et persévérant.

Travail adroit aussi et intelligent : nous avons pu l'apprécier en l'étudiant de près. Ce peuple romain aux lois rigides, au formalisme

1. VI, § I, p. 372. *Ibid.*, § II, p. 381.

rigoureux, rude à l'attaque et solide à la défense, semblerait, en raison même de ces qualités, manquer de tact et de souplesse, une fois installé dans les pays conquis. Il n'en est rien. Commandant toujours en maîtres et souvent en despotes, les Romains ne s'attaquaient pas cependant aux mœurs de leurs nouveaux sujets : ils les modifiaient peu à peu par influence sans chercher à les transformer entièrement, et s'y accommodaient eux-mêmes dans une certaine mesure. De là cette fusion heureuse qui fit la race gallo-romaine. Quelque chose d'analogue se manifeste dans la conduite de leurs travaux. Ce sont des méthodes de construction au fond toujours les mêmes et reconnaissables partout, mais n'ayant aucun caractère de rigidité immobile, et tirant profit de toutes les ressources que fournit chaque pays, leur faisant rendre tout ce qu'elles peuvent donner. Les ouvrages hydrauliques romains ont dans les diverses provinces, en Italie, en Gaule, en Afrique, nous l'avons vu, une apparence extérieure qui les décèle avec évidence. Et pourtant quelle diversité dans les dispositifs : conservation des eaux pluviales dans de vastes citernes, barrages de rivières, captages de sources, drainages, etc. Les Romains ont réussi dans tous leurs procédés pour se procurer de l'eau, là où nous nous montrons souvent embarrassés ou négligents. Les aqueducs de Lyon sont un exemple étonnant de cette intelligente subordination aux circonstances. Les vallées sont trop larges et trop profondes pour être franchies par des arcades surélevées : on y fera plonger des siphons. Ces vallées sont nombreuses : les siphons seront multipliés ; au besoin l'on en fera deux successifs, et comme soudés l'un à l'autre. Il faut des quantités de plomb fabuleuses : les mines sont là pour les produire, et le fisc est assez riche pour les donner. Ni le poids, ni la difficulté des transports, ni la confection pénible et l'ajustage délicat des tuyaux, ni l'incertitude même du résultat qu'une science encore trop exclusivement empirique rend précaire, rien n'arrêtera ces travailleurs dans leur entreprise hardie. Et ils établissent des ouvrages qui font encore notre admiration, à nous modernes, pourvus que nous sommes de toutes les facilités que nous ont données le progrès scientifique et l'expérience accumulée des siècles.

Et c'est ainsi qu'à étudier ces œuvres, on n'accomplit point une besogne aride, un exercice de pure curiosité, un effort inutile.

Outre que l'on y saisit des indices aidant à mieux connaître l'histoire, on y apprend d'exemple tout ce que l'homme industrieux et patient peut créer avec peu de ressources, avec des outils sommaires et devant des obstacles à première vue insurmontables. Ajoutons-y la force de la tradition locale et nationale. Il est salutaire d'admirer ces premiers Lyonnais. Romains d'origine ou Gaulois autochtones, ils ont affirmé hautement dans leur travail commun deux grandes vertus romaines, dont leurs fils ont hérité, et que les Lyonnais d'aujourd'hui ne sont pas disposés, soyons-en sûrs, à laisser dépérir : l'énergie et la constance.

Vu, le 30 mai 1908,

Le Doyen de la Faculté des Lettres de l'Université de Paris,

A. CROISET.

Vu et permis d'imprimer,

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Introduction ..... VII-XVIII
Index bibliographique ..... XIX-XXIII

CHAPITRE PREMIER

APERÇU HISTORIQUE

§ I. — **Fondation et premiers progrès de Lyon avant la construction des aqueducs** 1

Munatius Plancus et Lugudunum. 1. — Débuts modestes de la colonie. 3. — Premiers voyages en Gaule d'Octave et d'Agrippa. Lyon capitale des Gaules. 5. — Enceinte et aspect de Lugdunum. 7. — Territoire colonial. Le pagus de Condate. 9. — Les eaux de Lyon avant le premier aqueduc. 11.

§ II. — **Auguste, Agrippa et Drusus à Lyon. Les deux premiers aqueducs** 13

Agrippa. 13. — Les grandes routes d'Agrippa et la construction du premier aqueduc (aqueduc du Mont-d'Or). 14. — Premier séjour d'Auguste à Lyon. L'autel et la ville du confluent. 16. — Prospérité de Lyon. Les corporations et les pouvoirs publics. 18. — Construction probable d'un deuxième aqueduc (aqueduc de Craponne). 21.

§ III. — **De Tibère aux Flaviens. Troisième aqueduc sous Claude** 22

Ralentissement des travaux publics sous Tibère. Caligula. Entreprises incohérentes. 22. — Claude. Son caractère. Sa sympathie

Pages

pour Lyon. Lyon colonie claudienne. Construction d'un troisième aqueduc (aqueduc de La Brévenne). 24. — Agrandissement possible du territoire de la colonie. Bienfaits supposés de Claude à l'égard de Lyon. 27. — Incendie de Lyon. Lyon pour Néron contre Vindex. 28. — De Galba à la fin du règne de Domitien. Fortune inégale. 30.

§ IV. — **Les Antonins. Quatrième aqueduc sous Hadrien. Apogée et déclin de Lyon**..... 31

Apogée de Lyon antique. Sa population. 31. — Quatrième aqueduc (aqueduc du Gier) attribuable à Hadrien. 33. — Phases successives du déclin. 36. — Les aqueducs pendant cette période. Invasion d'Alamans. Les Burgondes. 38. — Les Sarrasins. Destruction des aqueducs. 39.

CHAPITRE II

LE RÉSEAU DES AQUEDUCS

§ I. — **Les eaux de la région lyonnaise**..... 40

Affluents de droite de la Saône et du Rhône dans la région lyonnaise. Topographie de cette région. 40. — Le massif du Mont-d'Or. 42. — Qualité des eaux des montagnes lyonnaises. 43. — Régime hydrologique actuel du Lyonnais. 46. — Débit actuel des cours d'eau utilisés pour Lyon à l'époque romaine. Débit des quatre aqueducs estimé *a priori*. 48.

§ II. — **Tracé de l'aqueduc du Mont-d'Or**..... 49

De Poleymieux à Curis. 51. — De Curis à Saint-Romain au Mont-d'Or. 53. — Réservoirs de Saint-Romain. 55. — De Saint-Romain à Saint-Didier. 55. — La destination de l'aqueduc du Mont-d'Or. 57. — De Saint-Didier à la Sauvegarde. 59. — Arrivée à Lyon. 62.

§ III. — **Tracé de l'aqueduc de Craponne**..... 63

Branche d'Iseron. 64. — Bassin supposé au-dessus de Montferrat, et branche du haut de Pollionnay. 65. — Branche principale, de Montferrat au hameau de l'Arabie. Jonction avec la branche de

Pages

Vaugneray. 67. — Branche de Vaugneray. 68. — De l'Arabie à Grézieu et au Tupinier. 70. — Branche du Pirod ou du bas de Pollionnay. 71. — Les tourillons de Craponne. 72. — Vestiges de conduite indépendante au voisinage des tourillons. 76. — Restitution du monument des tourillons. 79. — Siphon et arrivée à Lyon. 79.

§ IV. — **Tracé de l'aqueduc de La Brévenne**. . 81

De l'Orgeolle à Montromand. 81. — De Montromand à Chevinay. 84. — De Chevinay au col de Mausouvre. 85. — Du col de Mausouvre au Rafour. 88. — Siphon de Grange-Blanche. Arrivée à Lyon. 90.

§ V. — **Tracé de l'aqueduc du Gier** 93

Aperçu général. 93. — La prétendue branche du Furens. 94. — Branche accessoire de Janon. 96. — Prise d'eau et bassin de départ. 97. — De La Martinière au Langonan. Réunion des branches accessoires. 98. — Du Langonan au 1er siphon, dit de Saint-Genis ou de Chagnon. 101. — Réservoir de chasse du siphon de Saint-Genis. 102. — Le contour supplémentaire de Chagnon. 105. — La pierre gravée de Chagnon. 108. — Souterrain de Chagnon (Cave-du-Curé). 110. — De Saint-Genis à Mornant. 111. — De Mornant à Soucieu. 115. — 2e siphon, dit de Soucieu ou du Garon. 118. — Le plateau de Chaponost. 122. — 3e siphon, dit de Beaunant. 125. — Plateau de Sainte-Foy et 4e siphon, dit de Saint-Irénée. 130. — Entrée dans Lyon. 133.

§ VI. — **Les aqueducs de la presqu'île**..... 135

Aqueduc de Cordieu. 136. — Aqueduc de Miribel. 137.

CHAPITRE III

PRISES D'EAU, NIVEAUX ET SIPHONS

§ I. — **Les prises d'eau**..... 140

Sources captées pour les aqueducs antiques de Rome. 140. — Méthode de prise d'eau à l'aqueduc romain de Sens : relèvement du

Pages

point d'émergence. 143. — Prise d'eau de Zaghouan pour l'aqueduc de Carthage. 146. — Prise d'eau principale de l'aqueduc de La Brévenne dans la vallée de l'Orgeolle. 149. — Prises d'eau accessoires de l'aqueduc de La Brévenne. 150. — Prises d'eau accessoires à l'aqueduc du Mont-d'Or. 151. — Divers exemples de prises d'eau analogues. 153. — Prises d'eau par barrages de dérivation. 155 — Irrigations et drainages. 158. — Embouchures des branches accessoires. 161.

§ II. — **Nivellements et pentes**..... 164

Appareils de nivellement. 165. — Opérations du nivellement pour le tracé des aqueducs. 166. — Pentes usuelles chez les Romains. 167. — Pentes aux divers aqueducs de Lyon. 170. — Pentes moyennes à d'autres aqueducs antiques. Maximum variable suivant divers éléments. 171. — Dénivellations par chutes. 173. — Conclusions. 175.

§ III. — **Siphons**..... 176

Définition. Les siphons des aqueducs de Lyon. 176. — Usage très ancien du siphon. 178. — Le texte de Vitruve sur les siphons. Discussion. 178. — Siphon de l'aqueduc de Patara. 193. — Siphon d'Alatri. 194. — Déductions à tirer des observations faites à Alatri. 196. — Charges des siphons de Lyon. Calcul de leurs diamètres et de leurs épaisseurs. 197. — Fabrication et pose des tuyaux de plomb. 200. — Production des mines de plomb à l'époque romaine. 205. — Motifs de l'absence de siphons aux aqueducs de Rome. 207. — Les prétendus tâtonnements au siphon de Saint-Genis. Raison de l'obturation d'un orifice. 208. — Les tranchées supérieures entre Saint-Chamond et Saint-Genis. 211. — Mode de calcul probable des divers éléments. 217. — Abaissement du niveau après chaque siphon. Eléments divers. 217. — Soutien des tuyaux de plomb. 219.

CHAPITRE IV

CONSTRUCTION

§ I. — **Constructions apparentes**..... 222

Système romain des maçonneries concrètes. 222. — Classement des divers types de maçonneries romaines. 226. — Les deux

Pages

procédés de blocage intérieur. 233. — Construction des piles aux ponts-aqueducs de Lyon. 1° Avec parements de petites assises horizontales. 234. 2° Parements réticulés. 236. — Echafaudages. 238. — Structure identique de l'appareil réticulé aux aqueducs de Lyon et aux monuments reconnus de l'époque d'Hadrien. 240. — Fondations. 241. — Construction des voûtes d'arcades. 242. — Bandeau au-dessus des voûtes. 246. — Percées longitudinales dans les piles à Soucieu et à Beaunant. 248. — Construction du canal voûté au-dessus des arcades et du bandeau. 249. — Masses relatives des ponts-aqueducs de Lyon. 251. — Substructions pleines. 254.

§ II. — **Matériaux de construction** 256

I. — Matériaux de liaison 256

Le « ciment romain » et sa légende. 256. — **A**. Chaux. 258. — **B**. Chaux-ciments, pouzzolanes et tuileaux. 263. — **C**. Mortiers. 267. — Analyses et essais de mortiers et ciments provenant de Rome et de Lyon. 268. — **D**. Bétons. 271.

II. — Matériaux de structure 273

A. Briques. 274. — **B**. Pierres. 277.

§ III. — **Constructions en sous-sol** 280

I. — Canal en tranchée couverte 280

Tranchée, piédroits, revêtements et voûte. 280. — Profils divers, anciens et modernes. 282.

II. — Regards de visite 284

Texte de Vitruve. 284. — Distance très variable des regards suivant les aqueducs. Exemples. 285. — Regards aux aqueducs de Lyon et à l'aqueduc de Sens. 287. — Conclusion sur les regards de visite. 290.

III. — Canal en souterrain 290

Difficultés plus grandes qu'en tranchée. L'erreur dans le percement de l'aqueduc de *Saldae* (Bougie). 290. — Puits creusés pour la construction. 293. — Le souterrain de Chagnon. Exemples divers, 295.

§ IV. — **Travail du chantier. Transports** 298

I. — Outils 298

II. — Organisation du chantier 302

III. — Transports 304

CHAPITRE V

TERMINAISON, DÉBIT ET DISTRIBUTION

Pages

§ I. — **Réservoirs et châteaux d'eau**..... 306

Piscines des aqueducs de Rome pour l'épuration et le jaugeage. 306. — Les châteaux d'eau d'après Vitruve. 309. — Les châteaux d'eau d'après Frontin. 311. — Châteaux d'eau publics et châteaux d'eau privés. 312. — L'eau du domaine public à Rome. 313. — L'eau *nomine Caesaris*. Les répartitions successives. 314. — Vestiges de divers châteaux d'eau. 316. — Le réservoir de l'aqueduc du Gier à Fourvière. Distribution commençant avant ce réservoir. 319. — L'emplacement des tuyaux de plomb au nom de Claude. Leur attribution possible à l'aqueduc de La Brévenne. 320. — La distribution de l'eau du Gier. 321. — La citerne du Grand-Séminaire. 321. — Distribution des eaux de La Brévenne et des autres aqueducs. 324.

§ II. — **Mesure du débit et de la distribution**.. 327

Divers systèmes modulaires. 327. — Evaluation du quinaire, unité modulaire de Frontin. 330. — Opinions opposées de Rondelet et de Belgrand. 332. — Essai d'évaluation *a posteriori* et par les formules usuelles. Valeur moyenne. 334. — Procédés employés à Rome pour régulariser la distribution. 338. — Calcul du débit des aqueducs de Lyon. 340.

§ III. — **Dérivations avant la ville**..... 346

§ IV. — **Tuyaux de distribution**..... 349

Tuyaux de terre cuite. 349. — Tuyaux de plomb pour la distribution. Leur épigraphie. Mode d'impression des caractères. Catégories de personnages désignés. 350. — Tuyaux du musée de Lyon. 352. — Réseau de la canalisation. Pose et renouvellement des calices aux châteaux d'eau. 355.

CHAPITRE VI

MAIN-D'ŒUVRE, DIRECTION ET ADMINISTRATION

Pages

§ I. — **Personnel de la construction**..... ... 357

Les collèges ou corporations d'artisans. 357. — Entrepreneurs et ingénieurs. 361. — Magistrats chargés des travaux publics 362. — La curatelle des eaux. 365. — La garnison de Rome et les travaux publics. 366. — Travaux des légions dans les provinces. 368. — Personnel militaire fourni aux villes pour les travaux publics. 369. — Réquisition des habitants. 371. — Part du pouvoir central aux travaux des villes. 371. — Eléments divers du personnel employé à la construction des aqueducs de Lyon. 372. — Importance numérique du personnel. Salaires. 374.

§ II. — **Personnel du service ordinaire**..... 375

Hiérarchie des emplois. 375. — Service des eaux dans les provinces et spécialement à Lyon. 380.

§ III. — **Lois et règlements**..... 382

I. — Concessions..... 383

Sous la République, régime sans concessions. 383. — Sous l'empire, concessions avec primauté de l'intérêt public. 384. — Don et renouvellement des concessions. 384.

II. — Expropriations et servitudes..... 386

Etendue restreinte du droit d'expropriation. Coude de l'aqueduc du Gier à Chaponost. 386. — Servitudes et droits divers. 387.

III. — Protection des aqueducs..... 388

Bornes ou cippes-jalons aux aqueducs de Rome. 388. — Bornes de protection. 389. — La pierre de Chagnon. 393.

IV. — Sanctions pénales..... 394

Règlements de Frontin. 394. — Constitutions impériales. 398.

Pages.

§ IV. — **Reconstructions, revenus et frais**.... 399

I. — Travaux de reconstruction..... 399

Opportunité des travaux de restauration. 399. — Restaurations principales faites aux aqueducs de Rome. 401. — Procédés et aspect des restaurations, suivant les époques, aux aqueducs de Rome. 403. — Restaurations aux aqueducs de Lyon. 405.

II. — Frais de construction..... 406

Aqueducs de Rome. 407, — Aqueducs modernes. 408, — Aqueducs de Lyon. 409.

III. — Durée du travail..... 409

IV. — Source des fonds nécessaires..... 411

Libéralités impériales. 411. — Dons de magistrats ou de simples citoyens. 413. — Trésor public des villes. 415.

V. — Revenus des aqueducs..... 416

Conclusions 419

ERRATA

Page 35, ligne 17, *au lieu de* particulier, *lire* particuliers.

P. 66, ligne 29, et page 74, ligne 5, *au lieu de* M. Guigues, *lire* M. Guigue.

P. 73. ligne 32, *au lieu de* l'archéologue Chipier, et d'autres, *lire* l'archéologue Chipiez (à ce qu'on prétend), et d'autres.

P. 84, ligne 25, *au lieu de* la croix du Bouchet, *lire* la croix du Banchet.

P. 101 (note 1), ligne 1, *au lieu de* sur la rive gauche, *lire* sur la rive droite.

P. 102, ligne 34, *au lieu de* du pont que supportait la conduite, *lire* du pont qui supportait la conduite.

P. 104, ligne 9, *au lieu de* massif, oblong, *lire* massif oblong.

P. 129, ligne 12, *au lieu de* fig. 49, *lire* fig. 47.

P. 130 (note 1), ligne 1, *au lieu de* fig. 50, *lire* fig. 49.

P. 153, ligne 29, *au lieu de* les captages de sources par les Romains, *lire* les captages de sources opérés par les Romains.

P. 174, note 2, ligne 4, *au lieu de* $1^{m}82$ par seconde, *lire* $1^{m}82$ à $2^{m}30$ par seconde, suivant la valeur du coefficient C.

P. 179, ligne 20, *au lieu de* magnitudinem ita nomina concipiunt, *lire* magnitudinum ita nomina concipiunt.

P. 192, ligne 3, *au lieu de* in aquæe ductione, *lire* in aquae ductione.

P. 200, ligne 16, *au lieu de* invoquer l'usage, *lire* invoquer l'exemple.

P. 220, ligne 14, *au lieu de* qui soutenait les joints, *lire* qui supportait les joints.

P. 234, ligne 22, *au lieu de* les parois, *lire* les parements.

P. 246, ligne 14. *au lieu de* pour soutenir les petits arcs, *lire* pour soutenir eux mêmes les petits arcs.

P. 251, ligne 6, *au lieu de* on ne rencontre nulle part, *lire* on ne rencontre à peu près nulle part.

P. 348, ligne 23, *au lieu de* pour villa des Quintilii, *lire* pour la villa des Quintilii.

P. 366, ligne 30, *au lieu de* des trois cohortes urbaines et des sept cohortes des vigiles, *lire* des trois cohortes urbaines, des sept cohortes des vigiles.

P. 386, ligne 7, *au lieu de* l'an II avant Jésus-Christ, soit 742 de Rome, *lire* l'an 11 avant Jésus-Christ, soit 743 de Rome.

P. 386, ligne 13, *au lieu de* 180 avant J.-C., *lire* 181 avant J.-C.

P. 388 (note 1), ligne 1, *au lieu de* « Si per publicum locum rivus aquaeductus privati nocebit, erit privato actio... », *lire* Et inversement. « Si per publicum locum... erit privata actio... »

P. 391, ligne 1, *au lieu de* 13 avant J.-C., *lire* 9 avant J.-C.

P. 401, note 3, *au lieu de* *Ibid.*, 124, etc , *lire* : *Ibid.*, 9, et reporter *Ibid.*, 124, etc , au début de la note 4.

P. 414, ligne 27, *au lieu de* Santestaban, *lire* Santesteban.

Carte

dressée par Artaud
d'apres
un manuscrit perdu de
Delorme

Échelle
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 Kilomètres

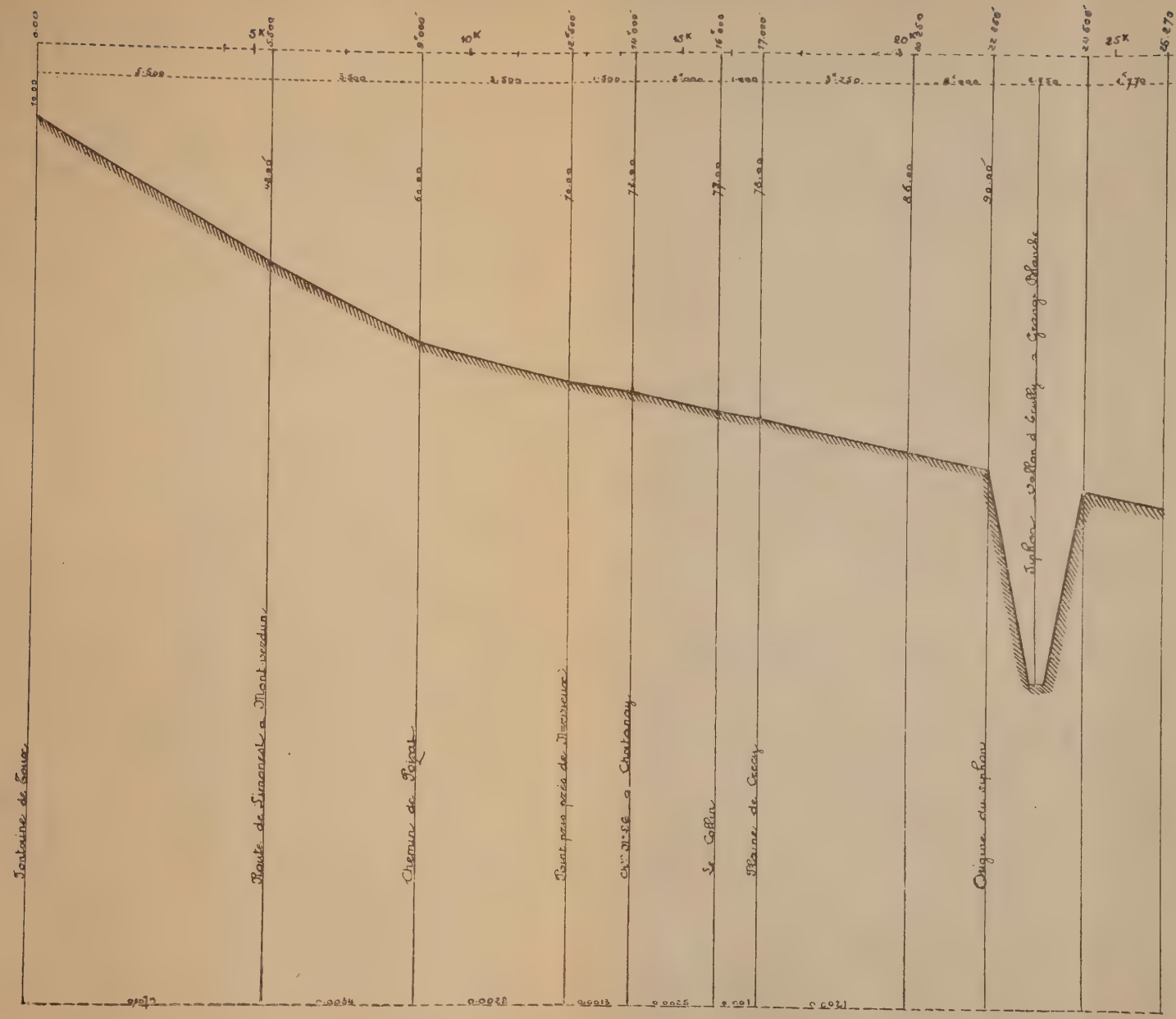
N

Carte nouvelle du tracé des aqueducs.

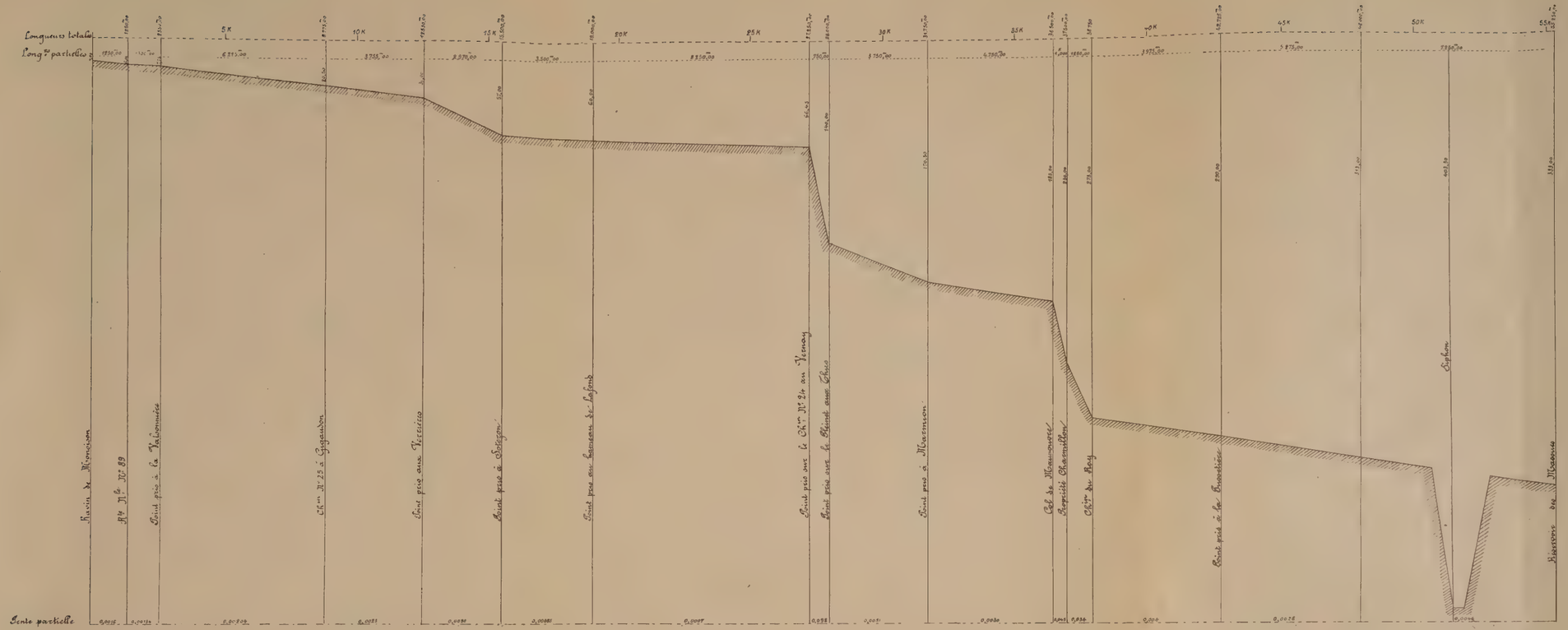
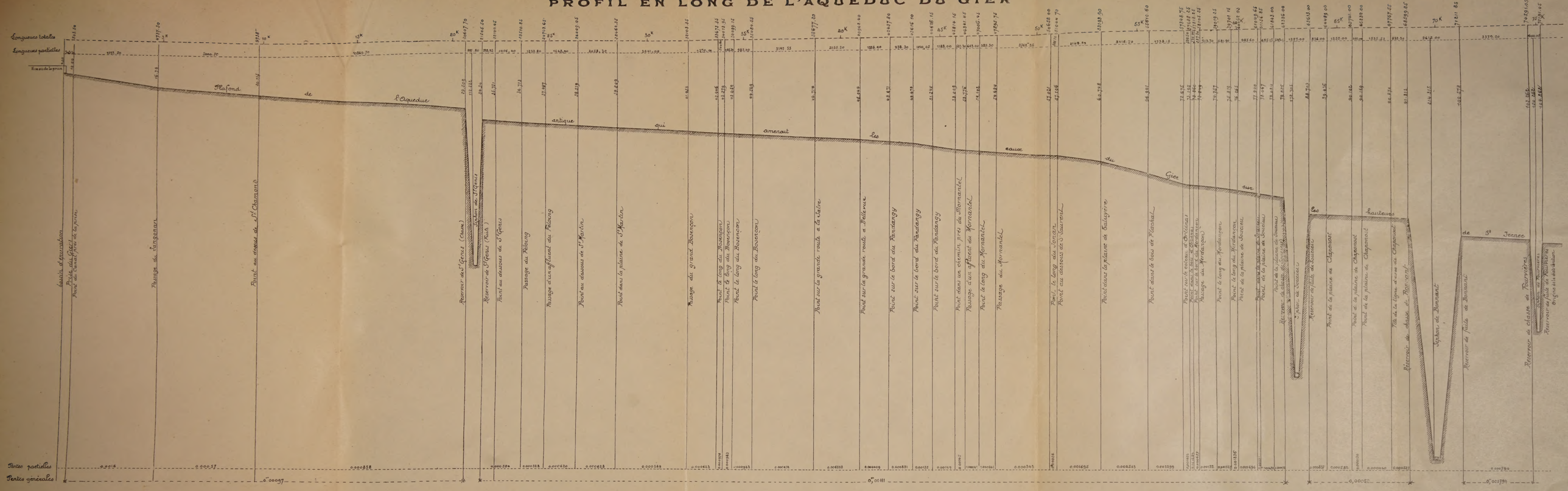
Nota Les lignes rouges représentent les parcours des aqueducs. — Les lignes jaunes représentent les tracés hypothétiques ou douteux

Echelle de 1 a 100000

PROFIL EN LONG DE L'AQUEDUC DU MONT-D'OR



PROFIL EN LONG DE L'AQUEDUC DE LA BRÉVENNE



PROFIL EN LONG DE L'AQUEDUC DU GIER